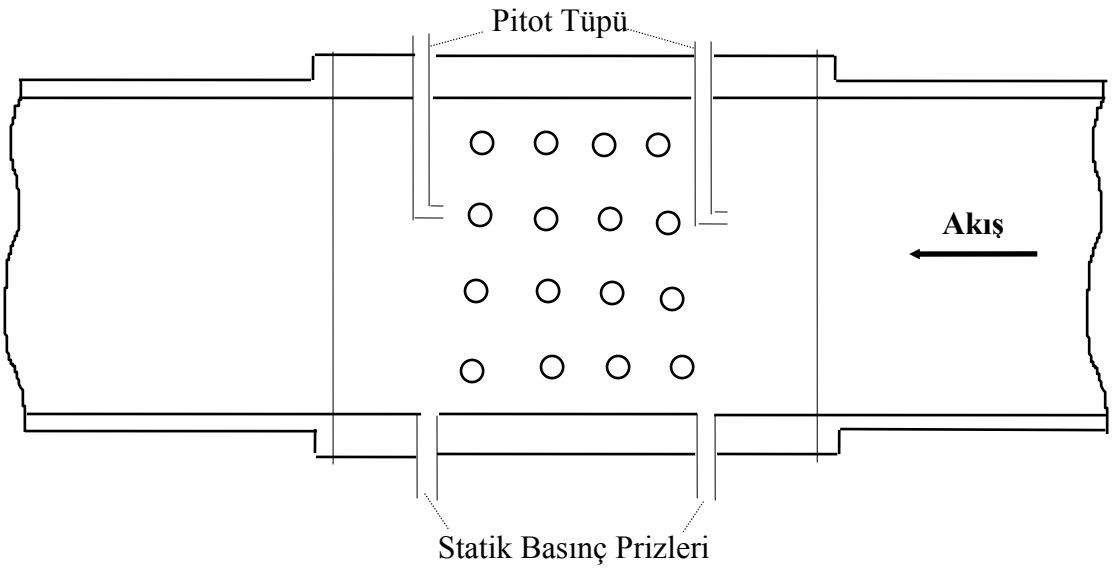
MAK-LAB012

ÇAPRAZ AKIŞLI ISI DEĞİŞTİRİCİ

1. DENEY DÜZENEĞİNİN TANITILMASI

Düzenek esas olarak dikdörtgen kesitli bir kanaldan ibarettir. 1 hp gücündeki elektrik motorunun çalıştırdığı bir vantilatör ile kanal içinde değişik hızlarda hava akışı sağlanabilmektedir. Vantilatörün çıkışında bulunan bir sürgü ile hız ayarlanabilmektedir. Kanal, emme ucundan itibaren yeterli bir uzaklıktan sonra saydam bir malzemeden yapılarak, çapraz akışlı eşanjör tipinde bir bölge meydana getirilmiştir. Aşağıdaki şekilde bu kısmın akış doğrultusunda kesiti verilmiştir.



Şekilde görüldüğü gibi, hava akış doğrultusuna dik yönde ve akış kesidinin içine istenilen miktarda silindirik eleman yerleştirilebilmektedir. Bu kısmın önünde ve arkasında pitot tüplerinin takılabilmesi için iki delik daha bulunmaktadır. Silindirik elemanlardan biri bakırdan yapılmış olup sıcaklığı, elemanın içine uygun şekilde yerleştirilmiş olan termoeleman yardımıyla bir potansiyometre kullanılarak hassas bir şekilde ölçülebilmektedir. Bakır eleman cihazın üstüne monte edilmiş bir elektrikli ısıtıcı ile istenilen sıcaklığa kadar ısıtılabilmektedir (max. 80 ^{0}C). Hava giriş sıcaklığı civalı termometre ile ölçülebilmektedir. Burada ayrıca bir termoeleman da bulunmaktadır. Termoeleman bakır-konstantan çiftidir ve 0-50 ^{0}C sınırları arasında lineer bir karakter göstermektedir.

1 ^{0}C	= 0.041 mV dur.
Çalışma kesit alanı eni	= 12.5 cm
Çalışma kesit alanı boyu	= 12.5 cm
Kullanılan bakır elemanın ve plastik elemanların çapı	= 1.25 cm

2. NOTASYON

Elemanların çapı	d=1.25 cm
Elemanların etkin yüzey alanı.....	A=0.00404 m^2
Bakır elemanın kütlesi	m=0.1093 kg
Havanın gaz sabiti	R=287 J/kg K
Bakırın özgül ısısı	c=380 J/kg K
Atmosfer basıncı	P_0= N/ m^2
Hava sıcaklığı	T= K
Girişteki dinamik basınç	$(P_d)_g$= cmSS
Çıkıştaki dinamik basınç	$(P_d)_ç$= cmSS
Statik basınç düşüşü	ΔP_s = cmSS
Girişteki hava hızı	U_g = m/s
Çıkıştaki hava hızı	$U_ç$ = m/s
Havanın yoğunluğu	ρ = kg/ m^3
Sabit basınçta havanın özgül ısısı	C_p =1005 J/kg K
Havanın viskozitesi (40 ^{0}C de)	ν =16.97×10^{-6} m^2/s
Havanın ısıl yayınma katsayısı (40 ^{0}C de).....	α=23.9×10^{-6} m^2/s
Eleman sıcaklığı.....	T_e = K
Soğuma eğrisinin eğimi	n =
Havaya iletilen ısı	$\dot{Q}$ = W
Isı taşınım katsayısı	h = W/m^2K
Zaman	t = s
Hava ısı iletim katsayısı	k =0.027 W/mK
Reynolds sayısı	Re=U.d/ν
Nusselt sayısı	Nu= h.d/k
Prandtl sayısı	Pr= ν/α

3. DENEYİN TEORİK ESASI

Silindirik bakır elemanın sıcaklık gradyanının ihmal edilebileceği, kaybettiği ısının hepsinin havaya geçtiği ve içindeki termoelemanın efektif yüzey sıcaklığını doğru ölçülebildiği varsayılırsa, ısı transfer katsayısısnın tanımında elemandan havaya geçen ısı miktarı için

$$\dot{Q} = h \cdot A \cdot (T_e - T)$$

(1)

yazılabilir. dt zaman aralığında sıcaklıktaki azalma dT ise;

$$-\dot{Q}dt = m \cdot c \cdot dT_e \qquad (2)$$

yazılabilir. (1) ve (2) denklemlerinde $\dot{Q}$' lerin eşitliği yazılırsa

$$\frac{-dT_e}{T_e - T} = \frac{h \cdot A}{m \cdot c} \cdot dt$$

(3)

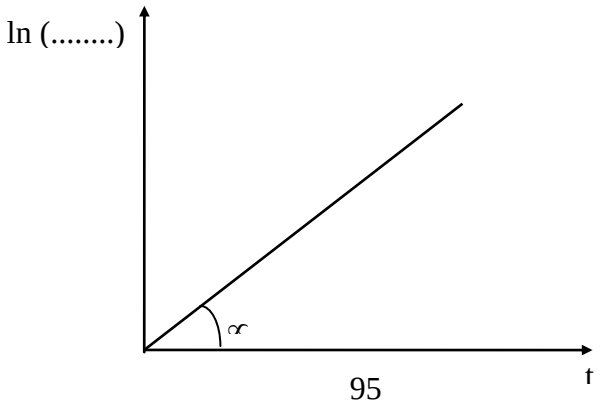
bulunur. Bu bağıntı integre edilerek;

$$\ln\left[\frac{(T_{eo} - T)}{(T_e - T)}\right] = \frac{h \cdot A}{m \cdot c}\, t \qquad (4)$$

elde edilir. Burada T_{eo} bakır elemanın t=0 anındaki sıcaklığıdır. Bu denklem $\ln\left[(T_{eo} - T)/(T_e - T)\right]$ nın t ye gör grafik olarak çizilmesine imkan verir ve ve dolayısıyla eğim

$$n = \frac{h \cdot A}{m \cdot c}$$ bulunabilir.

Tg ∝=n



Buradan ısı taşınım katsayısı hesaplanır.

n eğiminin ortalamasını ya diyagramdan çizerek bulabiliriz veya hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanabiliriz.

$$n = \frac{\sum \ln\left(T_{eo} - T\right) / \left(T_e - T\right)}{\sum t} \tag{5}$$

Isıtılmış elemanı soğutan havanın hızını bulmak için dinamik basınçtan yararlanılır. Yeteri kadar küçük basınçlarda, hava sıkıştırılamaz kabul edilebilir.

Bu durumda havanın U hızı ρ yoğunluğu ve P_d basıncı arasında

$$\frac{\rho}{2} U^2 = P_d \tag{6}$$

eşitliği geçerlidir. Dinamik basınç, P_d cmSS cinsinden ölçüldüğünden hesaplamalarda

1 cmSS = 98.1 N/ m^2

birim dönüşümü göz önünde bulundurulmalıdır. P_0 basıncı ve T sıcaklığındaki hava için;

$$P_0 = \rho \, RT \tag{7}$$

yazılır (R = 287 J/kg K). (6) ve (7) denklemlerinden yararlanarak; boş kanaldaki hız için

$$U_b = \sqrt{\frac{2 P_d \cdot RT}{P_0}} \tag{8}$$

Silindirik elemanlar akış kesitine yerleştirildiğinde doğal olarak kesiti küçülterek ve hızın artmasına sebep olacaklardır. Hesaplarda bu durum göz önüne alınmalıdır. Bütün elemanlar yerleştirildiğinde minimum akış alanı meydana gelmektedir. Elemenların çapı 1.25 cm, boyu 12.5 cm ve bir düşey sırada beş eleman olduğundan; efektif kesit alanı, çalışma kesit alanının yarısına eşit olacaktır. Bu nedenle;

$$U = 2U_b \tag{10}$$

alınmalıdır. Şayet bir tek eleman kesit alanına yerleştirilirse efektif akış alanı, çalışma alanının 9/10' una eşit olacaktır ve bu hal için

$$U = \frac{10}{9} U_b \tag{11}$$

yazılmalıdır. (8) denkleminde, P_d yerine $(P_d)_g$ ve $(P_d)_ç$ değerleri konulduğunda, elemanın ön ve arkasındaki giriş ve çıkış hızları hesaplanır.

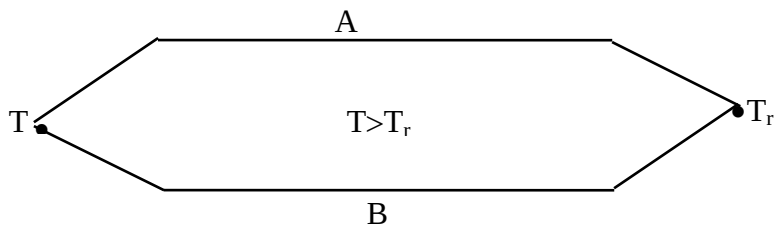
Taşınımla ısı transferi teorisi h ısı taşınım katsayısının ortalama akış hızı U ve diğer; d, C_p, ν, k değişkenlerine bağlı olacağını göstermektedir. Boyut analizi bu bağımsız değişkenler ve h ısı taşınım katsayısından meydana getirilen boyutsuz gruplar arasındaki bağıntıyı vermektedir.

$$\frac{h \cdot d}{k} = f\left(\frac{U \cdot d}{\nu}, \frac{\nu}{\alpha}\right) \tag{12}$$

Bu boyutsuz gruplar sırasıyla Nusselt, Reynolds ve Prandtl sayıları olarak bilinmektedir. Pratikte Prandtl sayısı gazlar için oldukça geniş bir sınır içinde sabit alınabildiğinden; Nu sayısı, dolayısıyla ısı transferi, effektif olarak sadece Re sayısının fonksiyonu olmaktadır.

4. Termoeleman Teorisine Bir Bakış

Şekilde görüldüğü gibi farklı malzemelerden yapılmış ve iki ucundan birbirine kaynak edilmiş A ve B tel çiftini düşünelim. Kaynaklı uçlar sıcaklıkları T ve T_r olan farklı sıcaklıktaki ortamlarda bulunsunlar. T sıcaklığındaki ortamda bulunan kaynaklı uca ölçü ucu, T_r sıcaklığındaki ortamda bulunan kaynaklı uca referans ucu denir.

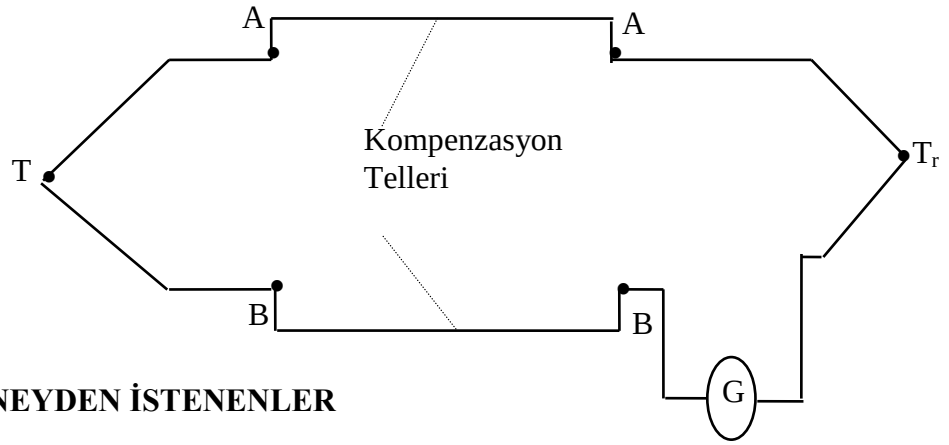


Böylece iki ucu farklı sıcaklıklarda tutulan bir termoeleman devresinde bir (emk) meydana geldiği 1821 yılından beri bilinmektedir. Bu elektromotor kuvvete termoelektromotris kuvvet adı verilmektedir. Bu olay sıcaklık ölçümünde ilk kez 1887 yılında Le Chatelier tarafından kullanılmıştır. Daha sonra bu konuda Lord Kelvin ve Peltien çalışmalar yapmışlardır.

Termodinamiğin I. ve II. kanunlarından hareketle, termoelektrik devrede endüklenen gerilimin, devrenin sıcak ve soğuk noktaların sıcaklıklarının farkı ile orantılı olduğu gösterilebilir. Aslında bu ifade gerçekte oldukça farklıdır ve ekseri metaller sıcaklıkla kuadratik olarak değişen bir termoelektrik özelliğe sahiptirler. Yani e=f(t) bağıntısı bilinmelidir.

Genellikle sıcaklığını ölçtüğümüz nokta ölçü aletimize uzak olabileceğinden ve termoeleman telleri pahalı olduğundan "Kompenzasyon telleri" adı verilen kablolar yardımıyla elektromotor kuvveti daha uzak yerlere nakletmek mümkündür. Bunun için:

1. Kompenzasyon tellerinin her ikiside aynı cinsten olmalı
2. kompenzasyon tellerinin, termoeleman devresine bağlandıkları noktalar da dahil olmak üzere her tarafındaki sıcaklığın bir birinin aynı olması gereklidir.



5. DENEYDEN İSTENENLER

a) Eşanjörde çeşitli akış hızlarında ısı transfer katsayısını hesaplayabilmek için, değişik vantilatör çıkış kesiti açıklığında T_e , T, t, P_d değerlerinin ölçülerek $\ln\left[\left(T_{eo}-T\right)/\left(T_e-T\right)\right]$ nın t ye göre grafiğinin çizilmesi ve bu grafikteki eğimin bulunması.

b) Nusselt sayısının Reynolds sayısına göre grafiğinin çizilmesi.

c) Çalışma bölgesindeki havanın hızı ile çubuk demeti boyunca statik basınç düşüşü arasında bağıntı bulmak ve basınç katsayısını hesaplayabilmek için çeşitli vantilatör açıklıklarında statik basınç düşüşü ΔP_s' nin Re sayısına gör grafiğinin çizilmesi.

ÇAPRAZ AKIŞLI ISI DEĞİŞTİRİCİ DENEY TUTANAĞI

Tarih :

İsim :

Dinamik basınç	P_d =	mmSS
Havanın sıcaklığı	T =	K
Barometre basıncı	P_0 =	mbar
Havanın gaz sabitesi	R = 287	J/kg K
Havanın boş kanaldaki hızı	U_b =	m/s
Havanın çubuklardaki hızı	U =	m/s
Reynolds sayısı (U.d / ν)	Re =	
T-t eğrisinin eğimi	n =	1/s
Isı taşınım katsayısı	h =	W/m^2 K
Nusselt sayısı (h.d / k)	Nu =	
Prandtl sayısı (ν / α)	Pr =	
Statik basınç düşüşü	ΔP_s =	mmSS
Vantilatör açıklığı		
Ölçme çubuğunun yeri		

	t	e	T_e - T	$\frac{T_{eo}-T}{T_e-T}$	$\ln\frac{T_{eo}-T}{T_e-T}$
	s	mV	K	1	1
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					