

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ISI TRANSFERİ LABORATUARI



DENEY FÖYÜ

DENEY ADI

ZORLANMIŞ TAŞINIM

DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ

DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI

DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ :

TESLİM TARİHİ :

1) DENEYİN AMACI: Dikey bir levhadan ısı transferi söz konusu olduğunda, yüzeyden hava akımı geçirilerek yüzey film katsayısının deneysel olarak bulunmasıdır.

2) DİKEY LEVHADA ZORLANMIŞ TAŞINIMLA ISI TRANSFERİ

Isı taşınımı, ısının hareket eden akışkan parçacıkları yardımıyla geçişidir. Genel olarak doğal ve zorlanmış taşınım olmak üzere iki tip ısı taşınımından bahsedilir. Zorlanmış taşınımında akışkanın hareketi dış bir etkene bağlı iken, doğal taşınımında hareket sıcak ve soğuk parçacıkların yoğunluk farkından kaynaklanır. Doğal taşınımında, akışkan içindeki sıcaklık farkları arttıkça, zorlanmış taşınımında ise, akımın hızı azaldıkça transfer edilen ısı miktarı artar.

Paralel akışta düz bir levha örneğinde olduğu gibi, verilen bir geometri $T_s > T_\infty$ u sağlamak için elektrikle ısıtılırsa yüzeyden akışkana taşınım ile ısı geçişi olur. Toplam ısı geçişi q 'ya eşit olan elektrik gücü $E.I$ 'nin yanı sıra T_s ve T_∞ kolaylıkla ölçülebilir. Tüm levhaya ait ortalama ısı taşınım katsayısı \bar{h}_L , daha sonra Newton'un soğuma yasasından;

$$q = \bar{h}_L A_S (T_s - T_\infty)$$

Formülüyle hesaplanabilir. Ayrıca karakteristik L ve akış özelliklerinin bilinmesiyle;

$$\text{Nusselt} \quad \bar{Nu} = \frac{h \cdot l}{k}$$

$$\text{Reynolds} \quad Re = \frac{U_\infty L}{\nu}$$

$$\text{Prandtl} \quad Pr \equiv \frac{\nu}{\alpha}$$

Denklemleri kullanılarak bulunabilir. Bu yöntem değişik deney sonuçları için tekrarlanabilir. Ayrıca farklı U_∞ hızları ve L levha uzunlukları seçilebilir. Böylece geniş bir Reynolds ve Prandtl sayıları aralığına karşılık gelen farklı birçok Nusselt sayısı elde edebiliriz. Genellikle olduğu gibi, bilinen bir akışkan ve sabit bir Prandtl sayısına ait sonuçlar

$$\bar{Nu}_L = C Re_L^m Pr^n$$

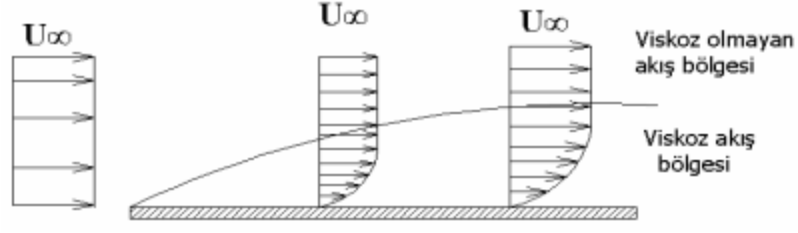
Şeklinde gösterilen bir doğruya yaklaşır. Bu denklem deneysel ölçümlerden çıkarıldığı için ampirik bir bağıntı olarak adlandırılır. Bununla beraber C , m ve n sayılarının değerleri yüzey geometrisi ve akış türleri ile de değişir. Bu denklemdeki C , m ve n katsayıları aşağıdaki metotla bulunabilir.

$$\text{Log}(Nu) = \text{Log}C + m\text{Log}(Re) + n\text{Log}(Pr)$$

Yapılan 3 farklı deneysel değerlerden elde edilen üç lineer denklem kullanılarak bu katsayılar elde edilir. Bu bağıntılardan sabit akışkan özellikleri varsayımı yapılmıştır. Bununla beraber, akış özelliklerinin sınır tabaka boyunca sıcaklıkla değiştiği ve bu değişimin ısı geçişine etkisi olduğu bilinmektedir. Bu etki tüm özellikler film sıcaklığı olarak adlandırılan T_f ortalama bir sınır tabaka sıcaklığında hesaplanır.

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

Düz bir levha üzerinde paralel akış (Şekil 1), basit olmakla birlikte, birçok mühendislik uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Laminer sınır tabaka oluşumu levhanın ucunda ($x=0$) başlar ve türbülansa geçiş kritik bir Reynolds sayısının $Re_{x,c} = 5 \times 10^5$ 'in gerçekleştiği bir noktada ($x=x_c$) oluşur.



Şekil 1. Düz bir levha üzerinde sınır tabakanın gelişimi

3) TAŞINIMLA ISI GEÇİŞİ BAĞINTILARI

Bağıntı	Geometri	Koşullar
$Nu_x = 0.332Re_x^{1/2}Pr^{1/3}$	Düz Levha	Laminer, yerel T_f , $0.6 \leq Pr \leq 50$
$\bar{Nu}_x = 0.664Re_x^{1/2}Pr^{1/3}$	Düz Levha	Laminer, ortalama T_f , $0.6 \leq Pr \leq 50$
$Nu_x = 0.565Re_x^{1/2}$	Düz Levha	Laminer, yerel T_f , $Pr \leq 0.05$
$Nu_x = 0.0296Re_x^{4/5}Pr^{1/3}$	Düz Levha	Türbülanslı, yerel T_f , $Re_x \leq 10^8$, $0.6 \leq Pr \leq 50$
$\bar{Nu}_L = (0.037Re_L^{4/5} - 871)Pr^{1/3}$	Düz Levha	Karışık, ortalama T_f , $Re_x = 5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^8$, $0.6 \leq Pr \leq 50$

Doğal Taşınım İle Isı Transferi

$$Nu_L = \left[0.825 + \frac{Ra_L^{1/6}}{\left[1 + (0.492/Pr)^{9/16} \right]^{8/27}} \right]^2$$

$$Ra = Gr \cdot Pr$$

Yukarıda zorlanmış taşınımdan söz ederken doğal taşınımın (kaldırma kuvvetlerinin) etkileri göz ardı edilmiştir. Bu bir kabuldür. Ancak kararsız bir sıcaklık gradyanı varsa doğal taşınımın gerçekleşmesi olasıdır. Doğal ve zorlanmış taşınım etkilerinin herhangi birinin göz ardı edilip edilemeyeceği aşağıda belirtilen kıstaslara göre belirlenir.

$(Gr_L/Re_L^2) \ll 1$ ise doğal taşınım ihmal edilir.

$(Gr_L/Re_L^2) \gg 1$ ise zorlanmış taşınım ihmal edilir.

$(Gr_L/Re_L^2) \approx 1$ ise doğal ve zorlanmış taşınım birlikte hesaplanır.

Doğal ve zorlanmış taşınım birlikte olduğu ısı geçişi sonuçlarını;

$$Nu^n = Nu^n_{zorlanmış} \mp Nu^n_{doğal}$$

Eşitliği kullanılarak bulunur. Burada akış yönü kaldırma kuvvetleri ile aynı yönlü ise (+), ters yönlü ise (-) alınır. $N=3$ 'tür.

Grashof sayısı:

$$Gr_L = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2}$$

Formülasyonu ile hesaplanır.

Raporda istenenler

1) Deneyin amacı ve yapılışı

2) Hesaplamalar

- Isı taşınım katsayısı
- Re sayısı
- Prandtl sayısı
- Nusselt sayısı
- Grashof sayısı
- Ra sayısı

3) Sonuçlar

Tablolar

Tablo 1. Havanın özellikleri

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	238	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
1700	0.2049	1.267	611	298	113	435	0.685
1800	0.1935	1.286	637	329	120	482	0.683
1900	0.1833	1.307	663	362	128	534	0.677
2000	0.1741	1.337	689	396	137	589	0.672

Tablo 2. Su buharının özellikleri

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
380	0.5863	2.060	127.1	21.68	24.6	20.4	1.06
400	0.5542	2.014	134.4	24.25	26.1	23.4	1.04
450	0.4902	1.980	152.5	31.11	29.9	30.8	1.01
500	0.4405	1.985	170.4	38.68	33.9	38.8	0.998
550	0.4005	1.997	188.4	47.04	37.9	47.4	0.993
600	0.3652	2.026	206.7	56.60	42.2	57.0	0.993
650	0.3380	2.056	224.7	66.48	46.4	66.8	0.996
700	0.3140	2.085	242.6	77.26	50.5	77.1	1.00
750	0.2931	2.119	260.4	88.84	54.9	88.4	1.00
800	0.2739	2.152	278.6	101.7	59.2	100	1.01
850	0.2579	2.186	296.9	115.1	63.7	113	1.02