



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METOTLAR-II
GENİŞLETİLMİŞ YÜZEYLERDE ISI TRANSFERİ DENEYİ

1. Deneyin Adı: Genişletilmiş yüzeylerde ısı transferi

2. Deneyin Amacı: Genişletilmiş yüzey boyunca sıcaklık dağılımını ve ısı transferini ölçerek edilen sonuçları teorik analizle karşılaştırmak.

3. Teori: Genişletilmiş yüzeyler tanımı genellikle sınırları içinde iletimle ısı geçişi sınırları ile çevresi arasında ise taşınım ve/veya ışıınım ile ısı geçişi olan bir katı için kullanılır. Taşınım ve iletimin birlikte gerçekleştiği bir çok farklı durum olmakla birlikte, en sık karşılaşılan uygulamalardan biri katı ve çevresindeki akışkan arasında ısı geçişini arttırmak için kullanılan genişletilmiş yüzeylerdir. Bu tür yüzeylere kanat adı verilir (Incorpera, F. P.).

Malzemenin ısı iletim katsayısına bağlı olarak kanat boyunca bir ısı gradyanı oluşur ve kanat çevresinde ısı kaybı meydana gelir.(kanat dibinde fazla, uçta daha az olacak şekilde)

Yüzeyden çevresine olan ısı transferini belirlemek için kanat üzerindeki sıcaklık dağılımı bilinmelidir. Ancak ışıınım ve doğal taşınım ile ısı transferi eş zamanlı olarak gerçekleşir ve analiz bu durumu da içermelidir.

Üniform malzeme ve kesit alanından oluşan genişletilmiş bir yüzey için sürekli durumda enerji denklemi göz önüne alınırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$\frac{d^2\theta(x)}{dx^2} - m^2\theta(x) = 0$$

Burada;

$$m^2 = \frac{(HP)}{(Ak_{pirinç})}$$

$$\theta(x) = T_x - T_a$$

H: Birleşik ısı transferi katsayısı (taşınım+ ışıınım)

P: kanadın çevre uzunluğu

$k_{pirinç}$: Pirincin ısı iletkenliği

A: kesit alanı

Kanadın çapı kanat uzunluğuna göre çok küçük olduğundan kanat ucundaki ısı kaybı ihmal edilebilir.
(kanat ucunda $x=L$)

$x=L$ noktasında

$$\frac{d\theta(x)}{dx} = 0$$

olacaktır. Buna göre;

$$\frac{\theta(x)}{\theta_0} = \frac{T_x - T_a}{T_1 - T_a} = \frac{\cosh m(L - x)}{\cosh m L}$$

ifadesi elde edilir. Bu deneydeki amaç genişletilmiş yüzey boyunca sıcaklık dağılımını gözlemlemek ve m teriminin yüzey boyunca tüm noktalarda sabit olduğunu göstermektir.

Deneyin teorik analizinde doğal taşınım ile ısı transferi için W.H McAdams tarafından önerilen ampirik bir denklem kullanılır.

Silindir çubuktan çevresine toplam ısı transferi (W) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Q_{tot} = H \cdot A_s \cdot (T_s - T_a)$$

Buradaki H ısı transfer katsayısı, doğal taşınım ile ısı transferi ve ışınım ile ısı transferi katsayılarının toplamıdır.

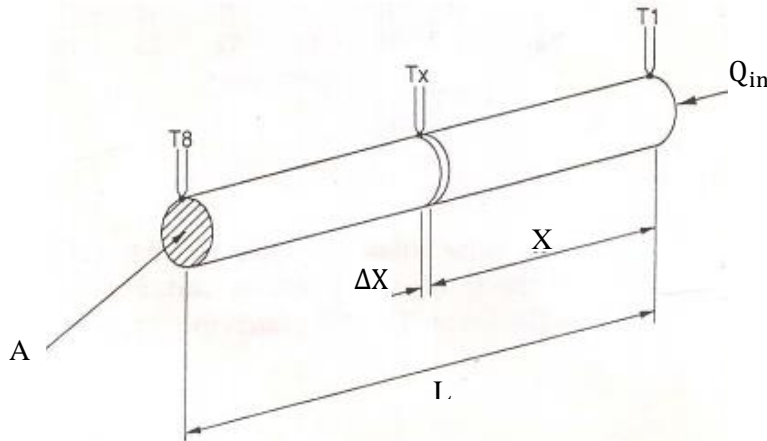
$$H = H_{c_m} + H_{r_m} \quad (W/m^2K)$$

Toplam genişletilmiş yüzey alanı:

$$A_s = \pi \cdot D \cdot L \quad (m^2)$$

L = silindir çubuğun uzunluğu (m)

D : silindir çubuğun çapı (m)



Şekil 1. Silindirik çubuk

7. Hesaplamalar:

Bu deney için sabit değerler:

Kanat uzunluğu= T1 den T8 olan mesafe L=0,35 (m)

Her bir termo eleman arasındaki mesafe 0,05 m' dir.

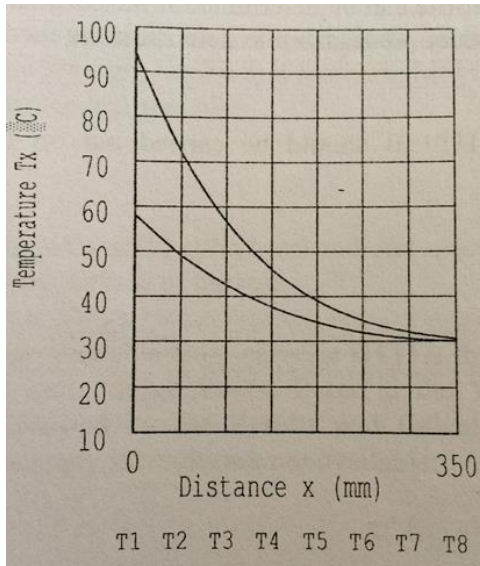
Kanat boyunca her bir pozisyon için ölçülen sıcaklıklar kullanılarak aşağıdaki eşitliğe göre m değerleri bulunmalıdır.

$$\frac{T_x - T_9}{T_1 - T_9} = \frac{\cosh m(L - x)}{\cosh m L}$$

Not: m değeri, önerilen başlangıç değeri 7,4 kullanılarak iterasyon yöntemiyle bulunabilir.

m nin ortalama değerini bulun ve bu değeri kullanarak kanat üzerindeki her bir pozisyon için teorik T_x sıcaklığını hesaplayınız.

Her bir T değeri için bu işlemi tekrar edin ve m değerinin kanat boyunca sabit kaldığını doğrulayınız.



Deneysel hataların, hesaplanan değer m ve ölçülen değerler T1-T9, x ve L üzerindeki kümülatif etkisini hesaplayın.

Genişletilmiş yüzey boyunca ölçülen yüzey sıcaklığına (T_x) karşılık uzunluk (x) değerlerini içeren bir grafik çizdiriniz. (noktalardan yumuşak bir eğri oluşturun) oluşturduğunuz grafik yandaki gibi olmalıdır.

Ortalama m değerlerini kullanarak hesapladığınız teorik yüzey sıcaklığına (T_x) karşılık uzunluk (x) değerlerini içeren bir grafik çizdiriniz ve ölçülen değerlerle oluşturduğunuz grafikte karşılaştırınız.

Isı kaynağından uzaklaştıkça, yüzey sıcaklığında düşme olduğunu gözlemleyiniz.

Kanadın ısıtılan ucunda sıcaklık farkının çok hızlı düştüğünü, soğuk ucunda ise daha yavaş azaldığını gözlemleyiniz.

Isıtıcı gücü değişmesinin ne gibi etkilere neden olduğunu gözlemleyiniz.

Hesaplanan değerler Q_{in} , T_s , T_a , A_s , Hc_m , $[Hr]_m$, H ve Q_{tot} ölçülen değerler L, D, T1-T9, V ve I için deneysel hataların kümülatif etkisini hesaplayınız.

Ölçülen ısı girişi Q_{in} ile hesaplanan ısı kaybı Q_{tot} karşılaştırınız. bu değerler arasındaki farkı yorumlayınız.

| | | V=9 Volt | V=16Volt | V=12Volt | V=14 Volt |
|---|---|----------|----------|----------|-----------|
| Isı akışı (Watts) | $Q_{in} = V.I$ | | | | |
| Silindir çubuğun ortalama yüzey sıcaklığı | T_s (K) | | | | |
| Çevre sıcaklığı | T_a (K) | | | | |
| Isı transfer alanı (m ²) | $A_s = \pi. D. L$ | | | | |
| Doğal taşınım ile ısı transfer katsayısı (W/m ² K) | $Hc_m = 1,32 \left(\frac{T_s - T_a}{D} \right)^{0,25}$ | | | | |
| Işınım ile ısı transfer katsayısı (W/m ² K) | $Hr_m = \sigma. \xi. F \frac{(T_s^4 - T_a^4)}{(T_s - T_a)}$ | | | | |
| Birleşik ısı transferi katsayısı H (W/m ² K) | $H = Hc_m + Hr_m$ | | | | |
| Toplam ısı transferi katsayısı | $Q_{tot} = H. A_s. (T_s - T_a)$ | | | | |

8. Kaynaklar:

INCORPERA, F. P., DEWITT D. P., Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, İTÜ Makine Fakültesi, 2001.