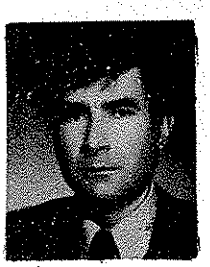
ISI BİLİMİ VE TEKNİĞİ DERGİSİ, CİLT 7, Sayı 3, Şubat 1985, Sayfa 17-18

UYGULAMA KONULARI

YÜZEY SICAKLIĞI ÖLÇMELERİNDE DİRENÇ TERMOMETRE METODUNUN BİR UYGULAMASI

Yazar Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü mezunu olup halen aynı bölümde Termodinamik Anabilim Dalında Yardımcı Doçent olarak görev yapmaktadır. Kaynama ile ısı transferi, Enerji ekonomisi, Ölçme teknikleri ilgilendiği konuların başlıcalarıdır.

Y.Doç.Dr. Birol Yücel
Mühendislik Fakültesi
O.D.T.Ü. - Ankara



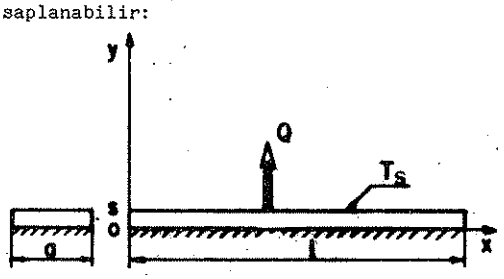
Mühendislikte yüzey sıcaklığı ölçmelerinin çeşitli güçlükler taşıyan bir problem olduğu bilinmektedir. Yüzey sıcaklığının yüksek olduğu hallerde ışımaya dayanan ve optik metodlar kullanılır. Toplam ışıma termometrelerinde ölçme yapılan yüzeyin neşretme katsayısının tam bilinmemesi, çevre tarafından tutulan ışıma gibi nedenlerle hatalar meydana gelir. Dar dalga boyu aralıklarında çalışan ışıma dedektörlerinde ölçmeler çoğunlukla insan gözünün renk ve parlaklığa karşı duyarlılığına dayandığı için yüzey sıcaklıkları hatalı ölçülür. İnsan gözü yerine elektronik sensörlerin kullanılması ile ölçme hataları önemli ölçüde azaltılabilir.

Yüzey sıcaklıklarının yüksek olmadığı hallerde (yüz derece Celsius civarında) klasik, civalı bir termometrenin yüzeyle temasta tutulması ve civa haznesinin üzerinin kapatılması ilk akla gelebilecek yöntemlerden birisidir. Bu yolla ölçülen yüzey sıcaklığı gerçek sıcaklıktan oldukça düşük olacaktır. Tecrübeler bu yöntemin hatasının yüzey sıcaklığı-çevre sıcaklığı farkının yüzde onu mertebesinde olduğunu göstermiştir.

Yüzey sıcaklıklarının birkaç yüz derece Celsius mertebesinde olduğu hallerde başvurulabilecek bir yöntem de termoeleman çiftlerin kullanılmasıdır. Bu yöntemde yüzeyin yapısına ve yüzey-çevre kombinasyonunun durumuna göre termoeleman-çiftin yüzeye bastırılması, yüzeye yapıştırılması, lehimlenmesi veya kaynatılması, yüzey üzerine açılan küçük bir oyuğa yerleştirilmesi gibi uygulamalar yapılabilir. Bu ve benzeri uygulamalarda ısı transferi ve yüzey üzerindeki akış şartları şu veya bu şekilde bozulduğu için ölçme hataları meydana gelir.

Eğer yüzeyden elektrik akımı geçiyorsa termoelektrik potansiyel farkına elektrik akımından dolayı termoelemanda meydana gelen potansiyel farkı ekleneceğinden büyük hatalar oluştuğu, termoeleman çifti ile yüzey arasına bir yalıtkan tabaka (mesela ince bir mika tabakası) yerleştirildiği takdirde ise yüzey sıcaklıklarının gerçek değerinden küçük ölçüldüğü tecrübelerle görülmüştür.

Elektrikle ısıtılan yüzeyler bazı hallerde direnç termometresi olarak kullanılabilir. Isıtıcıya uygulanan elektrik potansiyel farkı ve ısıtıcıdan geçen elektrik akımı ölçülerek elektrik direncinin tayini daha sonra da sıcaklık-direnç kalibrasyon eğrisinden ısıtıcı için ortalama bir $\bar{T}$ sıcaklığı bulunması mümkündür. Bir doğru akım kaynağı ile ısıtılan, bir yüzü ısı geçişine karşı yalıtılmış, diğer yüzü bir akışkanla temas halinde olan ince bir metal şerit, direnç termometresi olarak kullanılabilecek ısıtıcı bir yüzeye iyi bir örnektir. Bu örnek sabit ısı akısı sınır şartında bir yüzeyle akışkan arasındaki ısı geçişinin deneysel olarak simulasyonunda kullanılabilir. Direnç termometre yolu ile tüm metal şerit için ölçülen ortalama $\bar{T}$ sıcaklığından yüzey sıcaklığı aşağıdaki model yardımı ile hesaplanabilir:



a) Kalınlığı s, eni a, uzunluğu ℓ olan metal bir şerit şekilde gösterilmiştir. Şeritin y=0 daki yüzü ısı geçişine karşı yalıtılmıştır. y=s deki yüzeyin sıcaklığı T_s olup bu yüzey bir akışkanla temas halindedir.

b) Şerit bir doğru akım kaynağından ısıtılmaktadır. Şerit içinde birim hacim başına enerji üretim hızı üniform ve $\dot{q}$ değerindedir.

c) Sürekli rejimde yüzeyden $\dot{Q}$ değerinde sabit bir ısı akısı vardır.

d) Şerit içinde ısı iletimi bir boyutlu ve y yönündedir. Diğer kartezyen koordinatlar yönündeki sıcaklık gradyenleri ihmal edilmiştir.

e) Şeritin ısıl iletkenlik katsayısı sabit ve λ değerinde kabul edilmiş, ayrıca şeritin elektrik direncinin sıcaklıkla değişiminin $\dot{q}$ üzerindeki etkisi ihmal edilmiştir.

Bu modele göre şerit içinde y yönündeki sıcaklık dağılımı

$$T(y) = T_s + \frac{\dot{q}}{2\lambda}(s^2 - y^2) \qquad (1)$$

denklemi ile belirlenir. T sıcaklığının y=0 ve y=s arasında ortalaması direnç termometre yolu ile ölçülen $\overline{T}$ sıcaklığına eşitlenirse:

$$\overline{T} = \frac{1}{s}\int_0^s T(y)dy = T_s + \frac{\dot{q}}{3\lambda}s^2 \qquad (2)$$

$$T_s = \overline{T} - \frac{\dot{q}}{3\lambda}s^2 \qquad (3)$$

bulunur. (3) denklemini yüzeydeki ısı akısı cinsinden ifade etmek te mümkündür;

$$T_s = \overline{T} - \frac{\dot{Q}}{3\lambda}s \qquad (4)$$

(4) denklemi göstermektedir ki yaklaşık 0,2 mm kalınlığında, bir yüzü yalıtılmış paslanmaz çelik bir ısıtıcının diğer yüzünden $\dot{Q} = 5\ MW/m^2$ lik sabit bir ısı akısı varsa (zorlanmış akımda kaynayan su için tipik bir değer) direnç termometre yolu ile ölçülen sıcaklıkla yüzey sıcaklığı arasındaki fark 20 C mertebesinde olacaktır.

Modelin tarifinde e maddesinde yapılan kabuller sonuçta büyük bir hata doğurmamaktadır. Isıl iletkenlik katsayısı ve elektrik direncin sıcaklığa bağımlılıklarının şeritteki sıcaklık dağılımına etkileri kaynak 1'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

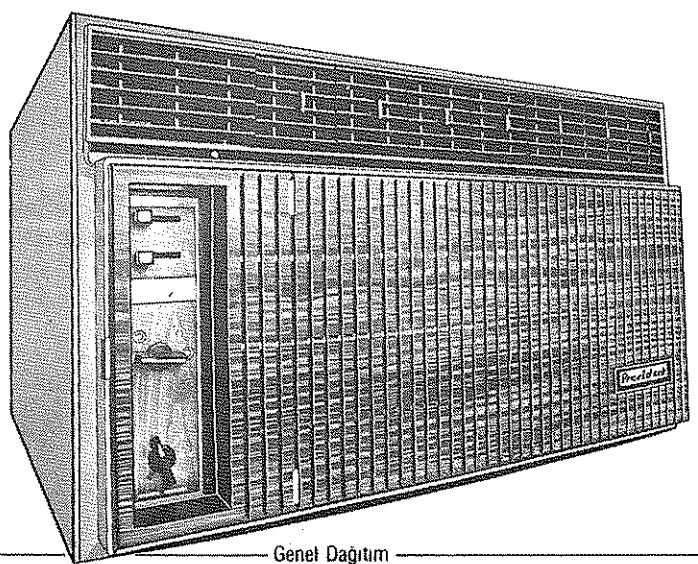
KAYNAKLAR

1. Jakob M, (1962); Heat Transfer V.1; John Wiley and Sons, Inc.
2. Holman, J.P. (1971) ; Experimental Methods for Engineers; McGraw Hill Kogakusha Ltd.
3. Eckert, E.R.G. and Goldstein, R.J; (1970); Measurement Techniques in heat Transfer; AGARD ograph No. 130.

ALARKO **President**

Pencere Tipi Klima Cihazı

- Sessiz çalışır. Görevini sessizce yapar.
- Nemi dengede tutar, rutubeti önler.
- Bulunduğunuz ortamı serinletir.
- Temiz havada yaşatır.
- Ekonomiktir. Kullanımı kolaydır.
- Türkiye-A.B.D-İtalya işbirliğiyle üretilen President Klima Cihazı, 1 yıl ALARKO garantilidir.
- Daimi montaj servisi



Genel Dağıtım

ALARKO FENNİ MALZEME SATIŞ VE İMALAT A.Ş.
Merkez: Necatibey Cad. 84 Karaköy-İst.
Tel: 145 70 95/5 Hat
Telg: Suedo türk-İstanbul
Telex: 26402-Alar-Tr

ALPAZ TÜKETİM MALLARI PAZARLAMA A.Ş.
Merkez: Abidei Hürriyet Cad.
Polat Celil Ağa İş Hanı Kat 1
D.5 Mecidiyeköy-İstanbul
Tel: 166 82 86-167 51 37-167 64 82

ANKARA ŞUBESİ
Atatürk Bulvarı 165 Kızılay
Tel: 25 75 25/5 Hat
Telg: Alarko-ANKARA
Telex: 42383 Asa-Tr.

İZMİR ŞUBESİ
Cumhuriyet Bulvarı 42
Tel: 13 29 97-13 57 41
Telg: Alarko-İZMİR
Telex: 52313 Aşi-TR

ADANA ŞUBESİ
Gazipaşa Bulvarı Yunus
Bey Apt. 9/1 Adana
Tel: 23718-21669
Telg: Alarko-ADANA
Telex: 62323 Akol-TR

ANKARA ŞUBESİ
Selanik Cad. 39/A
Kızılay-ANKARA
Tel: 18 47 32

İZMİR ŞUBESİ
Cumhuriyet Bulvarı
Gümrük İş Hanı 38/509
Konak-İZMİR
Tel: 25 25 95-25 25 13