

MAK 311 ISI TRANSFERİ DERSİ BÜTÜNLEME SINAVI (24/01/2002)

Notlar kapalı, Tablolar açık

Süre: 100 dak.

SORU 1 (20p). Kararlı ve bir boyutlu (sadece 'r' yönünde) ısı iletiminin söz konusu olduğu r_o yarıçapında ve L uzunluğunda içi dolu bir silindir içerisinde düzgün dağılımlı bir ısı üretimi (q_v) söz konusu olup, bu silindir etrafındaki h ortalama taşınım katsayısı ve T_∞ serbest akış sıcaklığına sahip atmosfer havasına ısı kaybetmektedir. Silindir içerisindeki sıcaklık dağılımı,

$$T(r) = \frac{q_v r_o^2}{4k} \left(1 - \frac{r^2}{r_o^2}\right) + T_s$$

eşitliği ile verilmektedir. Eşitlikteki k ve T_s sırasıyla silindir malzemesinin ısı iletim katsayısı ve silindirin dış yüzey sıcaklıklarını göstermekte olup,

- Silindir dış yüzeyinden atmosfer havasına aktarılan ısı enerjisi miktarını veren eşitliği türetiniz? (10p)
- Havanın serbest akış sıcaklığının (T_∞) bulunabileceği eşitliği türetiniz? (10p)

SORU 2 (20p). Uzunluğu ' L ' ve genişliği ' w ' olan düz yüzeyli ince bir levha ile yüzeye paralel olarak hareket etmekte olan atmosferik hava arasındaki yerel (lokal) Nusselt sayısını (Nu_x) veren denklem yapılan deneyler sonucunda,

$$Nu_x = 0.04 (Re_x)^{0.9} Pr^{1/3}$$

olarak belirlenmiştir. Denklemde Nu_x ve Re_x sırasıyla levhanın giriş ucundan ölçülen ' x ' uzaklığındaki yerel Nusselt ve Reynolds sayıları olup Pr hava için Prandtl sayısıdır. Söz konusu ısı transfer sistemi için ortalama taşınım katsayısını ($\bar{h}_L$) ve levha boyunca taşınım yoluyla gerçekleşen ısı transfer miktarını veren formülleri türetiniz?

Hatırlatma: $\bar{h}_L = \frac{1}{L} \int_0^L h_x dx$

SORU 3 (30p). Çapı 10 mm olan bakır bir küre ($k=399$ W/mK, $c_p=387$ J/kgK, $\rho=8933$ kg/m³) bir ısı işlem fırınında 75°C sıcaklığa ulaşmaya kadar ısıtıldıktan sonra fırından alınmakta ve daha sonra küre yüzeyine dik yönde hareket eden atmosfer basıncındaki ($P=1$ atm) hava ile soğutulmaktadır. Havanın serbest akış hızı $u_\infty=10$ m/s ve serbest akış sıcaklığı $T_\infty=23^\circ\text{C}$ olduğuna göre ısıl kapasitans yöntemini kullanarak;

- Isıl kapasitans yöntemi ile çözümün uygun olup olamayacağını değerlendirerek, küreyi 75°C'den 35°C'e soğutmak için gerekli süreyi tespit ediniz? (20p)
- İşlem süresince zaman (t)-sıcaklık (T) arasındaki değişimi belirleyebilmek açısından zaman için 0s, 15s, 30s, 45s, 60s, ve 75s değerlerini kullanarak t - T grafiğini çiziniz? (10p)

Not: Dış yüzeydeki akış için hava özelliklerinin seçiminde film ve yüzey sıcaklığı olarak 300K sıcaklık değeri kullanılabilir.

SORU 4(30p). Dış yüzeyi yalıtılmış zarf(gövde) – boru tipi silindirik bir ısı değiştirgecinde içteki boruda akmakta olan su, boru etrafındaki halka kesitte akmakta olan diğer bir akışkanı soğutmada kullanılmaktadır (Şekil 2). Akışkana ait yoğunluk ve ortalama özgül ısı değerleri sırasıyla 1100 kg/m³ ve 3 kJ/kgK olup, su için ortalama özgül ısı değeri 4,187 kJ/kgK olarak verilmektedir. Isı değiştirgeci içerisinde her bir saatte 2,5 m³ akışkanı 120°C'den 40°C'ye soğutmak için ısı değiştirgecine giriş sıcaklığı 10°C olan 10 m³ soğutma suyu gerekmektedir. Isı değiştirgecinin toplam ısı transfer katsayısı 1163 W/m²K olduğuna göre, aşağıda verilen her bir durum için gerekli ısı transfer alanını bulunuz ve her iki akışkan için $x - T$ diyagramını çiziniz?

- Isı değiştirgecindeki akış paralel ve aynı yönlü (10p).
- Isı değiştirgecindeki akış paralel ve zıt yönlü (10p).
- Isı değiştirgecindeki akış düzeltme faktörü $F=0.97$ olacak şekilde çapraz akışlı (10p).

