



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Isı ve Kütle Transferi Çalışma Soruları

Dersin Adı: GM 204 – Isı ve Kütle Transferi

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Örnek 2: *143,27 kPa basınca sahip buhar 5m uzunluğundaki çift borulu bir ısı değiştiricinin dış halkalı kısmında kondanse olmaktadır. İçteki boruda ise 0,5 kg/s'lik hızla bir sıvı gıda akmaktadır. İç borunun iç çapı 5cm, sıvı gıdanın özgül ısısı 3,9 kJ/kg°C'dir. Sıvı gıdanın ısı değiştiricisine giriş sıcaklığı 40°C ve çıkış sıcaklığı 80°C olduğuna göre, paralel akış için;*



Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

a) İç Yüzey alanına göre toplam ısı transfer katsayısını hesaplayınız.

b) İçteki çelik borudan kaynaklanan kondüktif ısı transferi için termal direnç ihmal edilirse ve buhar tarafındaki konvektif ısı transfer katsayısı çok büyükse (sonsuzaya yaklaşan), iç borunun sıvı gıda tarafındaki konvektif ısı transfer katsayısının değerini tespit ediniz.

Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Buhar Basıncı = 143,27 kPa \Rightarrow 110°C (Tablo)

$$L = 5m$$

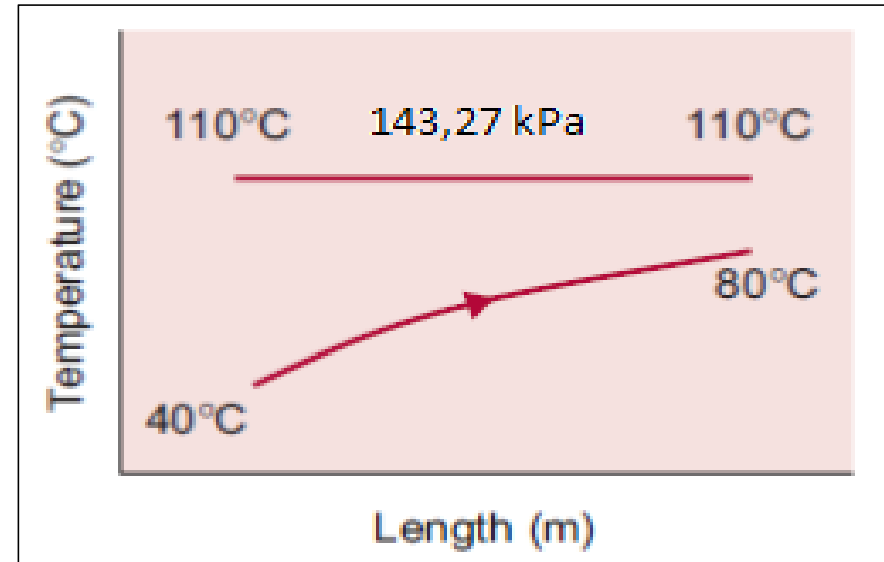
$$m = 0,5 \text{ kg/s}$$

$$D_i = 0,05m$$

$$C_p = 3,9 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$T_g = 40^\circ\text{C}$$

$$T_\zeta = 80^\circ\text{C}$$





Borulu Isı Değiştiricilerin Tasarımı

Çözüm a)

$$q = mC_p\Delta T$$

$$q = (0,5 \text{ kg/s})(3,9 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})(80^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C})(1000 \text{ J/1kJ}) = 78000 \text{ J/s}$$

$$q = mC_p\Delta T = U_iA_i(\Delta T_{lm})$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{(110 - 40) - (110 - 80)}{\ln\left(\frac{110 - 40}{110 - 80}\right)} = 47,2^\circ\text{C}$$



Borulu Isı Değiştiricilerin Tasarımı

$$A_i = \pi DL$$

$$A_i = \pi(0,05m)(5m)$$

$$A_i = 0,785m^2$$

$$q = 78000W = U_i(0,785m^2)(47,2^\circ C)$$

$$U_i = 2105 W/m^2^\circ C$$



Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Çözüm b)

$$\frac{1}{U_i A_i} = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi Lk} + \frac{1}{h_o A_o}$$

$$U_i = h_i = 2105 \text{ W/m}^2\text{°C}$$



RADYASYONLA (IŞINIMLA) ISI TRANSFERİ

Örnek:

4°C'de tutulan bir soğuk hava deposunun tavan, taban ve duvarlarına ait iç yüzey sıcaklıkları 8°C olarak ölçülmüştür. Yüzey sıcaklığı 30°C olan (yeni kesilmiş) bir sığır karkasının bu depoya asılması durumunda çevre yüzeyler ile arasındaki net ışınım ısı transfer hızını bulunuz. Karkasın yüzey alanı 3m² ve yayıcılığı 0,95 olarak alınacaktır.



RADYASYONLA (IŞINIMLA) ISI TRANSFERİ

Çözüm:

$$\dot{Q}_{\text{işınım}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s \cdot (T_s^4 - T_{\text{ç}}^4)$$

$$\dot{Q}_{\text{işınım}} = (0,95) \cdot (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4) \cdot (3\text{m}^2) \cdot (303^4 - 281^4)\text{K}^4$$

$$\dot{Q}_{\text{işınım}} = 355\text{W}$$



KARARSIZ HAL ISI TRANSFERİ

Örnek 1: Yoğunluğu 980 kg/m^3 olan domates suyunun buhar ceketli yarı küresel bir kabta karıştırılarak 5 dak ısıtıldıktan sonraki sıcaklığını bulunuz. (kabın yarıçapı $0,5\text{m}$, buhar ceketindeki konvektif ısı transfer katsayısı $5000 \text{ W/m}^2\text{°C}$, kabın iç yüzey sıcaklığı 90°C , domates suyunun başlangıçtaki sıcaklığı 20°C ve domates suyunun özgül ısı $3,59 \text{ kJ/kg°C}$ olarak alınacaktır).

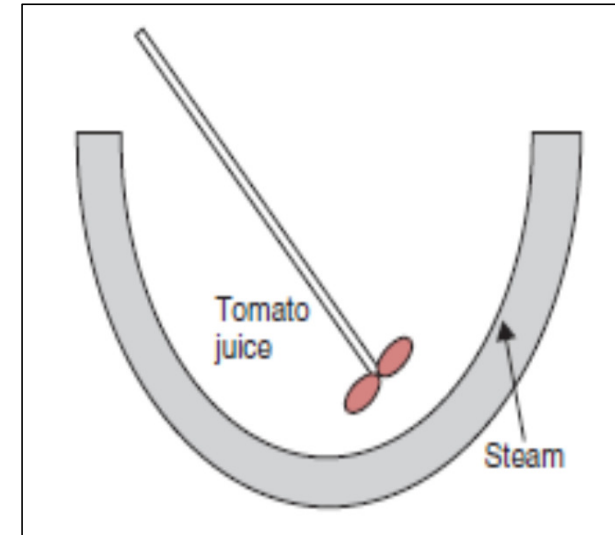
KARARSIZ HAL ISI TRANSFERİ

Çözüm 1:

$$T_a = 90^\circ\text{C} ; T_i = 20^\circ\text{C} ; t = 5\text{dak} ; r = 0,5\text{m}$$

$$h = 5000 \text{ W/m}^2\text{°C} ; C_p = 3,59 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\rho = 980 \text{ kg/m}^3$$





KARARSIZ HAL ISI TRANSFERİ

$$A = \frac{4\pi r^2}{2} = 2\pi r^2 = 2\pi(0,5m)^2 = 1,57m^2$$

$$V = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{2} = \frac{2}{3}\pi r^3 = \frac{2}{3}\pi(0,5m)^3 = 0,26m^3$$

$$\frac{90 - T}{90 - 20} = e^{-\left(\frac{(5000 W/m^2\text{°C})(1,57m^2)(5dak \times \frac{60s}{1dak})}{(980kg/m^3)(3,59 kJ/kg\text{°C})(0,26m^3)(\frac{1000J}{1kJ})}\right)} \Rightarrow T = 83,3\text{°C}$$