



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 1: *Özgül ısı değeri $4,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ olan sıvı bir gıda çift borulu bir ısı değışiricinin içteki borusundan akmaktadır. Sıvı gıdanın akış hızı $0,5 \text{ kg/s}$ olup, ısı değışiricisine 20°C 'de girmekte ve 60°C 'de çıkmaktadır. Isı değışiricinin iki borusu arasındaki halka aralığa 90°C 'deki sıcak su girmekte ve karşıt akışlı olarak 1 kg/s 'lik akış hızıyla akmaktadır. Suyun ortalama özgül ısı değeri $4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ olduğuna göre kararlı hal şartlarında:*



Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

a) suyun çıkış sıcaklığını hesaplayınız.

b) logaritmik sıcaklık farkını hesaplayınız.

c) iç yüzey alanına göre toplam ısı transfer katsayısı $2000 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve içteki borunun iç çapı 5cm ise ısı değiştiricinin uzunluğunu hesaplayınız.

d) aynı hesaplamaları paralel akış için tekrarlayınız.



Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Çözüm: a)

$$q = m_h C_{ph} (T_{h1} - T_{h2}) = m_c C_{pc} (T_{c2} - T_{c1})$$

$$q = (1 \text{ kg/s})(4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})(90^\circ\text{C} - T_{h2}) = (0,5 \text{ kg/s})(4,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})(60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

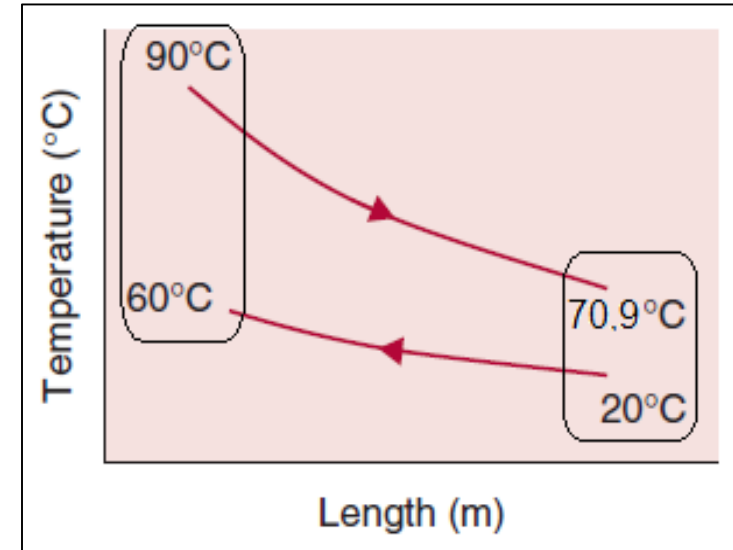
$$T_{h2} = 70,9^\circ\text{C}$$

Borulu Isı Değiştiricilerin Tasarımı

Çözüm: b)

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{(70,9 - 20) - (90 - 60)}{\ln\left(\frac{70,9 - 20}{90 - 60}\right)} = 39,5^\circ\text{C}$$





Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Çözüm: c)

$$q = U A \Delta T_{lm} = U(\pi DL)\Delta T_{lm} = m_h C_{ph}(T_{h1} - T_{h2}) = m_c C_{pc}(T_{c2} - T_{c1})$$

$$q = (2000 \text{ W/m}^2\text{°C})(\pi)(0,05\text{m})L(39,5\text{°C}) = (0,5 \text{ kg/s})(4,0 \text{ kJ/kg°C})(40\text{°C}) = 80 \text{ kJ/s}$$

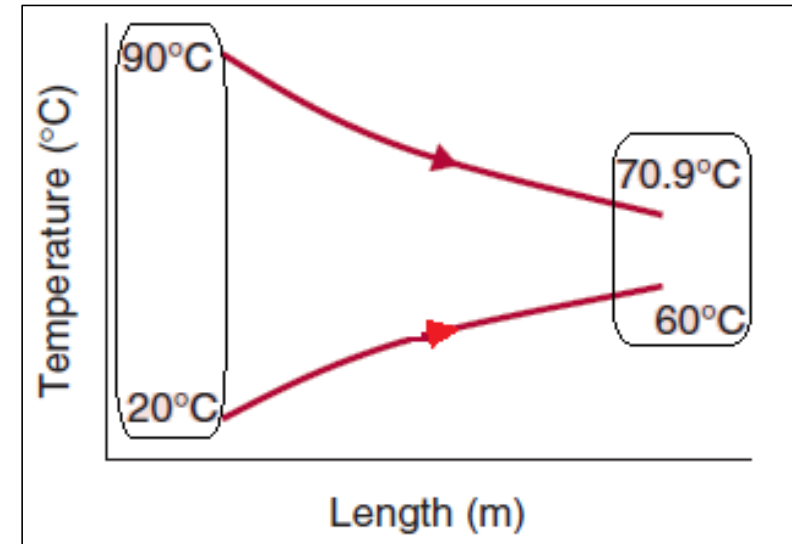
$$L = 6,45\text{m}$$

Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Çözüm: d)

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{(90 - 20) - (70,9 - 60)}{\ln\left(\frac{90 - 20}{70,9 - 60}\right)} = 31,8^\circ\text{C}$$





Borulu Isı Değişiricilerin Tasarımı

Çözüm: d)

$$q = (0,5 \text{ kg/s})(4,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})(40^\circ\text{C}) = 80 \text{ kJ/s}$$

$$q = (2000 \text{ W/m}^2^\circ\text{C})(\pi)(0,05\text{m})L(31,8^\circ\text{C})$$

$$L = 8\text{m}$$



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)

$$L = 5m$$

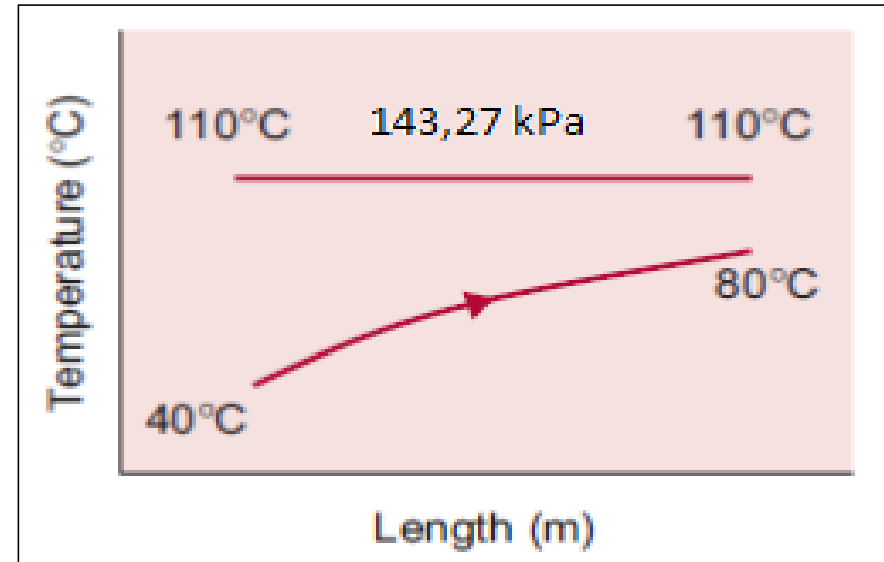
$$m = 0,5 \text{ kg/s}$$

$$D_i = 0,05m$$

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

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

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





Borulu Isı Değişiricilerin 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 Değişiricilerin 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)

$$\frac{1}{U_i A_i} = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(r_0/r_i)}{2\pi Lk} + \frac{1}{h_0 A_0}$$

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