

KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

Konu 5: İDEAL REAKTÖRLERDE ENERJİ KORUNUM DENKLEMİ (EKD)-devam

PAT'da EKD (sürekli ve yatışkın, hacim elemanı diferansiyel: $dV=Adz$):

$$- F_{T0} C_p dT + (-\Delta H_i) r_i dV + U dA_I (T_c - T) = 0$$

Burada;

- F_{T0} ve C_p sabit alınmıştır, değilse $\sum F_i C_{pi}$ olarak hesaplanır
- F ve C_p birimleri de uyumlu olmalıdır (C_p kütle başına ise F_{T0} yerine kütleli akış hızı alınır)
- $dV = (\pi/4)D^2 dz$
- $dA_I = \pi D dz$

GKT'de EKD (sürekli ve yatışkın, hacim elemanı tüm sistem):

$$F_{T0} C_{p0} T_0 - F_{T1} C_{p1} T_1 + (-\Delta H_i) r_{i1} V + U A_I (T_c - T_1) = 0$$

F_{T0} ve C_p sabit ise:

$$F_{T0} C_{p0} (T_0 - T_1) + (-\Delta H_i) r_{i1} V + U A_I (T_c - T_1) = 0$$

Tartışma Soruları:

1. PAT için EKD'ni yukarıdaki genel ifadeden başlayarak türetiniz.
2. F_T ve C_p sabit ise denklemin en açık halini oluşturunuz.
3. C_p 'yi kütle başına tanımlayarak EKD'ni F_T ve C_p 'nin sabit olduğu ve olmadığı durum için ayrı ayrı türetiniz.
4. Reaktörlerde EKD'ni sıcaklığın dönüşümle değişimini verecek şekilde düzenleyiniz.
5. Reaktörde birden fazla tepkime varsa üretim/tüketim terimi nasıl ifade edilmelidir?
6. Reaktörde birden fazla ısı aktarım sistemi varsa ilgili terim nasıl ifade edilmelidir?
7. PAT'da ısı aktarımının nereden yapılması uygun olur, neden?

KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

Konu 5: İDEAL REAKTÖRLERDE ENERJİ KORUNUM DENKLEMİ (EKD)-devam

8. PAT ve GKT'yi ısı aktarımının kolaylığı/güçlüğü açısından kıyaslayınız.
9. Her bir ısı işletim türü için reaktörlerde muhtemel sıcaklık profillerini çiziniz.
10. Çevrenizdeki hangi sistemleri PAT'a benzetebilirsiniz, bunların ısı işletim türleri nasıldır?
11. Çevrenizdeki hangi sistemleri GKT'ye benzetebilirsiniz, bunların ısı işletim türleri nasıldır?

Aktif Çalışma Problemleri

1. $A \rightleftharpoons Ü$ birinci mertebeli gaz fazı tepkimesi bir GKT 'nda gerçekleştirilmektedir. 300K sıcaklıkta A 'nın %60 dönüşümü için gerekli reaktör hacmi 100 L 'dir. Bu tepkime 400K sıcaklıkta gerçekleştirildiğinde aynı besleme hızı ve dönüşüm oranı için gerekli reaktör hacmini bulunuz. (O.L., p.248, 19. soru)

Veriler : $k_1 = 10^3 \exp[-4800/RT]$
 $\Delta C_p = C_{pÜ} - C_{pA} = 0$
 $-\Delta H_{300K} = 8000 \text{ cal/mol}$
 $K_{300K} = 10$
 $P = sbt$
Besleme % 100 A

2. Birinci mertebeli **tersinmez** bir sıvı faz tepkimesi girdinin $200 \text{ cm}^3/\text{s}$ debi ile beslendiği $V = 10 \text{ L}$ hacimli bir GKT 'nda gerçekleştirilecektir. Buna göre aşağıdaki verileri kullanarak besleme akımı derişiminin 4.0 gmol/L ve sıcaklığının $20 \text{ }^\circ\text{C}$ olduğu durumda adyabatik işletim için gerekli muhtemel sıcaklık ve dönüşüm oranlarını bulunuz. (J.M. Smith, p.265, 5.11. soru)

Veriler : $k = 1.8 \cdot 10^5 e^{-12000/RT}, \text{ sn}^{-1} (T; K)$
 $C_p = 0.9 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
 $\rho = 1.2 \text{ g/cm}^3$
 $-\Delta H = 46000 \text{ cal/gmol}$

KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

Konu 5: İDEAL REAKTÖRLERDE ENERJİ KORUNUM DENKLEMİ (EKD)-devam

3. A → Ü sıvı fazı tepkimesi 300 K sabit sıcaklıkta işletilen PAT'da % 60 dönüşümle Ü üretmek amacıyla yapılacaktır. Buna göre aşağıdaki veriler yardımıyla,

- gerekli reaktör hacmini,
- reaktörde dönüşüm profilini,
- Reaktörde piston akış koşulları sağlanıyor mu?
- reaktör ceket sıcaklığı profilini hesaplayarak bulunuz.
- sonucu yorumlayın.

VERİLER:

- 300 K'de tepkime hız sabiti : 0.217 dk^{-1}
- 300 K'de tepkime entalpisi : $-\Delta H = 1110 \text{ cal/mol}$
- Besleme debisi: $1 \text{ m}^3/\text{dk}$
- Besleme molar hızı: 136 mol/st
- Karışımın ortalama öz ısı: $25 \text{ cal/mol/}^\circ\text{C}$
- Toplam ısı aktarım katsayısı: $670 \text{ cal/m}^2 \text{ /st/}^\circ\text{C}$
- Karışımın fiziksel özellikleri suya eşit alınabilir.

4. Sodyum tiyosülfat ve hidrojenperoksitin seyreltik sulu fazdaki tepkimesi tersinmez ve tiyosülfata göre ikinci mertebededir. Tepkime hız sabiti sıcaklığa bağlı olarak aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

$$k = 6.85 \times 10^{14} \exp(-18300/RT) , \text{ cm}^3/\text{mol s}$$

Tepkime stokiyometrisi bir mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ile 2 mol H_2O_2 'in tepkimeye girdiğini göstermiştir. 25 °C sıcaklıktaki tepkime ısı $-\Delta H = 13100 \text{ cal/gmol}$ olarak verilmiştir. Bu tepkime girdi debisinin $14.2 \text{ cm}^3/\text{s}$, sıcaklığının 25 °C olduğu 2790 cm^3 hacimli bir GKT 'nda yapılacaktır. Tiyosülfat ve hidrojenperoksit için besleme derişimleri sırasıyla $2.04 \times 10^{-3} \text{ gmol/cm}^3$ ve $4.08 \times 10^{-3} \text{ gmol/cm}^3$ olarak verildiğine göre adyabatik işletim için dönüşüm oranı ve sıcaklığın ne olması gerektiğini bulun. (*J.M. Smith, p.265, 5.12. soru-modifiye*)