

KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

Konu 5: İDEAL REAKTÖRLERDE ENERJİ KORUNUM DENKLEMİ (EKD)

Reaktörlerin ısı işletim türleri şunlardır:

1. İzoterm
2. Adyabatik
3. İzoterm ve adyabatik olmayan

Enerji korunum denklemi reaktörlerde diğer enerji türleri ihmal edilebileceğinden "ısı enerjisi korunum denklemi"ne dönüşür. Genel yapısı (KKD'ne analog olarak):

(giren akımla giren)-(çıkan akımla çıkan)+(tepkimeler nedeniyle oluşan veya kaybolan)+(aktarılan)=(biriken)

- sistem için BİR ADET enerji korunum denklemi yazılabilir
- terimleri enerji/zaman boyutundadır
- üçüncü terimden tepkime sayısı kadar yazılmalıdır
- dördüncü terimden ısı aktarım sistemi sayısı kadar yazılmalıdır
- sistemin hacim elemanına uygulanır

İzoterm sistemde sıcaklık sistemin bağımsız değişkeni ile değişmez. Adyabatik sistemde ısı aktarımı yoktur.

Reaktörlerde ısı aktarımı genel olarak;

- ceketten
- serpantinden
- geri soğutucu ile,
- dış ısı değiştirici ile yapılabilir

KT'de EKD (giren ve çıkan terimleri yok, hacim elemanı tüm sistem):

$$(-\Delta H_i) r_i V + U A_I (T_c - T) = N_{T_o} C_p dT/dt$$

Burada;

- N_{T_o} ve C_p sabit alınmıştır, değilse $\sum N_i C_{pi}$ olarak hesaplanır
- N ve C_p birimleri de uyumlu olmalıdır (C_p kütle başına ise N_{T_o} yerine m_o alınır)
- tepkime entalpisi ve reaksiyon hızı aynı bileşen için yazılmalı ve hız pozitif gelmelidir

KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

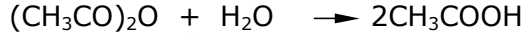
Konu 5: İDEAL REAKTÖRLERDE ENERJİ KORUNUM DENKLEMİ (EKD)-devam

Tartışma Soruları;

1. KT için EKD'ni yukarıdaki genel ifadeden başlayarak türetiniz.
2. N_T ve C_p sabit ise denklemin en açık halini oluşturunuz.
3. C_p 'yi kütle başına tanımlayarak EKD'ni N_T ve C_p 'nin sabit olduğu ve olmadığı durum için ayrı ayrı türetiniz.
4. Reaktörde 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. KT'de ısı aktarımının nereden yapılması uygun olur?
8. KT'de arzu edilen ısı aktarımı kolaylıkla sağlanabilir mi?
9. KT'de izoterm işletim nasıl (hangi değişkeni ne ile değiştirerek) sağlanabilir?
10. Çevrenizden hangi örnekleri KT'ye benzetebilirsiniz, bunların ısı işletim türleri nasıldır?

Aktif Çalışma Problemleri

1. Tersinmez bir tepkime olan seyreltik asetanhidrit çözeltisinin hidrolizi aşağıda verilmiştir:



Tepkime 0.2 m^3 hacimli kesikli bir tepkime kabında 0.216 kmol/m^3 derişimde asetanhidrit ile girdinin %70 dönüşümü için gerçekleştirilecektir. Buna göre aşağıdaki verileri kullanarak;

- a) $T=15^\circ\text{C}$ 'da izoterm olarak işletilen reaktörde gerekli kalma süresini
- b) $T=10^\circ\text{C}$ 'da izoterm olarak işletilen reaktörde gerekli kalma süresini
- c) $T=15^\circ\text{C}$ başlangıç sıcaklığında reaktöre girdiler yüklenip tepkime adyabatik olarak gerçekleştirildiğinde gerekli kalma süresini bulunuz.

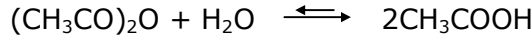
KYM 306 Kimyasal Reaksiyon Mühendisliği

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

VERİLER:

- 1o Tepkime hız modeli: $-r_A = kC_A$; $\text{kmol/m}^3 \text{ dk}$
 $k = A_0 \exp(-E_A/RT)$; $A_0 = 3.88 \times 10^{10} \text{ dk}^{-1}$; $E_A = 1.144 \times 10^4 \text{ cal/mol}$; $T [=] \text{ K}$
- 2o Tepkime entalpisi: $-\Delta H = 50 \text{ kcal/mol} \approx \text{sabit}$
- 3o Tepkime karışımının fiziksel özellikleri: $C_p = 0.9 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \approx \text{sabit}$
 $\rho = 1.05 \text{ g/cm}^3 \approx \text{sabit}$

2. Seyreltik asetik anhidrit (A) çözeltisinin sıvı faz hidroliz tepkimesi ikinci mertebe ve **tersinmez** bir tepkimedir:



Bu tepkime 200 L hacimli , $2.16 \times 10^{-4} \text{ gmol/cm}^3$ derişiminde asetik anhidrit çözeltisi içeren bir KT 'nda, 15°C sıcaklıkta gerçekleştirilecektir. Tepkime hızının sıcaklıkla değişimi araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. (*J.M. Smith, p.263, 5.1. soru*)

$t, ^\circ\text{C}$	10	15	25	40
$-r_A, \text{ gmol/cm}^3\text{dk}$	$0.0567C_A$	$0.0806C_A$	$0.1580C_A$	$0.308C_A$

Buna göre aşağıdaki verileri kullanarak;

- a) Tepkime ikinci mertebe olduğu halde hız denkleminin neden tablodaki gibi ifade edildiğini açıklayınız,
- b) 15°C sıcaklıkta izoterm çalışıldığında asetik anhidritin %70 dönüşümü için gerekli kalma süresini,
- c) Tepkime hızını derişim ve sıcaklığa bağlayan ifadeyi, ve
- d) Adyabatik olarak çalışıldığında %70 dönüşüm için gerekli kalma süresini bulunuz.
- e) Adyabatik olarak çalışıldığında dönüşüm ve sıcaklığın zamanla değişimini bulunuz.

Veriler : $C_p = 0.9 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
 $\rho = 1.05 \text{ g/cm}^3$
 $-\Delta H = 50000 \text{ cal/gmol}$