



BORUSAL (TUBULAR) AKIŞ REAKTÖRÜ



1. Amaç

Borusal akış reaktörde, sabunlaşma reaksiyonunun kalma zamanına bağlı olarak dönüşümünü ve bu dönüşüm değerlerinden faydalanarak hız sabitini ve aktivasyon enerjisini tespit etmek.

Öğrenme çıktıları

- Borusal akış reaktörü hakkında genel kavramları bilir,
 - Borusal akış reaktörde dönüşüme bağlı olarak aktivasyon enerjisinin nasıl hesaplandığını bilir,
 - DeneySEL verileri amaç doğrultusunda analiz eder ve yorumlar,
 - DeneySEL sonuçları bir rapor halinde sunar.
-

2. Genel Bilgiler

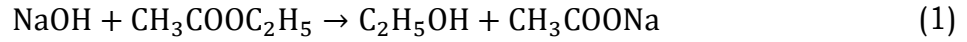
Kimyasal kinetik ve reaktör tasarımı endüstriyel kimyasalların üretiminin kalbidir. Reaktörler kimyasal içerikli reaksiyonların gerçekleştirildiği sistemlerdir. Bir reaksiyon için uygun reaktörün seçimi oldukça önemlidir. İstenilen ürünün özellikleri ve verimin dikkate alınması reaktör seçiminde en önemli parametrelerdir. Seçilen reaktör hem istenilen şartları sağlamalı hem de istenilen verimi vermelidir. Şartların değiştirilmediği ve dış etkilerin ihmal edilebilecek kadar düşük veya hiç olmadığı reaktörlere ideal reaktör denir.

Borusal (Tubular) Akış reaktörü

Endüstride sürekli karıştırmalı tank reaktör (CSTR) ve kesikli (Batch) reaktörlere ilaveten, kullanılan bir başka reaktör tipide borusal (Tubular) reaktördür. Borusal reaktör silindirik bir borudan ibarettir ve normal olarak karalı çalışır. Borusal reaktörde, reaktantlar reaktör boyunca akarken sürekli ürünlere dönüşecektir. Borusal reaktörde konsantrasyon aksenal yönde sürekli değiştiği ve radyal yönde bir değişim olmadığı, yani plug-flow reaktör olarak davrandığı göz önüne alınmaktadır. Borusal reaktörler diğer akış reaktörlerine göre reaktör hacmi başına genellikle yüksek dönüşümler elde edilir. Bu reaktörlerin dezavantajı, reaktör içerisindeki sıcaklık kontrolünün zorluğudur

DeneySEL Teori

Borusal akış reaktörde gerçekleştirilecek olan sabunlaşma reaksiyonunda hız sabiti ve aktivasyon enerjisi hesaplanacaktır. Sabunlaşma reaksiyonu;



Sodyum hidroksit + Etil asetat → Etil Alkol + Sodyum Asetat

Bu reaksiyonun hız denklemi:

$$-r_A = k \cdot C_A C_B \quad (2)$$

şeklinde yazılır. Bu denklem dönüşüm cinsinden yazılırsa;

$$C_A = C_{AO} - C_{AO}X_A \quad (3)$$

$$C_B = C_{BO} - C_{AO}X_A \quad (4)$$

Denklemden girenler stokiyometrik olarak eşit olduğundan $C_{AO}=C_{BO}$

$$C_A = C_{AO}(1 - X_A) \quad (5)$$

$$C_B = C_{AO}(1 - X_A) \quad (6)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda hız denklemi;

$$-r_A = k \cdot C_{AO}^2(1 - X_A)^2 \quad (7)$$

Şeklinde yazılır ve borusal akış reaktör performans eşitliğinde reaksiyon hızı yerine konulursa;

$$F_{AO} \frac{dx}{dV} = k \cdot C_{AO}^2(1 - X_A)^2 \quad (8)$$

$$F_{AO} = C_{AO}V_0 \quad (9)$$

C_{AO} = A'nın başlangıç konsantrasyonu (mol/lit)

V_0 = Volumetrik akış hızı (m^3/s)

V = Reaktör hacmi (m^3)

$$\frac{dx}{(1 - x)^2} = k \cdot V \cdot C_{AO}/V_0 \quad (10)$$

$\frac{V}{V_0} = \tau$ Space time(s) (reaktörde kalış süresi) yerine yazılırsa

$$\frac{X_A}{1 - X_A} = k \cdot C_{AO} \cdot \tau \quad (11)$$

3. Deney Sistemi

Deney düzeneği borsal bir reaktör, kontrol kabini, toplama kabı, ısıtıcı ve reaktörün arkasında bulunan kimyasal tanklardan oluşmaktadır. Sistemin en önemli parçası olan reaktör 20 m uzunluğunda plastik boruyla sarılmış olup, suyla dolu tankın içerisine yerleştirilmiştir. Elektrikli ısıtıcı su banyosunu ısıtmak için kullanılırken, karıştırıcı motor sıcaklık dağılımının her yerde aynı olmasını sağlar. Kontrol kabininde; ısıtıcı sıcaklık göstergesi, ürün çıkış sıcaklık göstergesi ve pompa düğmeleri mevcuttur.



Şekil 1. Deney Düzeneği

4. Deneysel Çalışma

Amaç

- Reaksiyon dönüşümünü belirlemek,
- Reaksiyon dönüşümünün sıcaklıkla arttığını doğrulamak,
- Reaksiyon hız sabitini ve aktivasyon enerjisini belirlemek.

4.1 Deneyin Yapılışı

- 10 lt 0.05 M sodyum hidroksit ve 10 lt 0.05 M etil asetat çözeltileri hazırlanır.
- Titrasyon için 0.05 M HCl çözeltisi hazırlanır (fenol ftalein indikatör olarak kullanılır).
- Hazırlanan çözeltilerden kimyasal tanklara doldurularak homojenlik sağlamak için iyice karıştırılır.



KMB404 Kimya Mühendisliği Laboratuvarı III

- Sodyum hidroksit tankından 10 ml numune alınır ve konsantrasyonu belirlenmek üzere HCl ile titre edilir.
- Deney boyunca kimyasal tankların havalandırılması için kapama vanaları açılır.
- Çalışmak istenilen sıcaklık ayarlanır.
- Sıcaklığın homojen olarak dağılması için bir süre beklenir.
- Pompalar çalıştırılır ve reaktanların akış hızları ayarlanır.
- Reaksiyonun hangi oranda gerçekleştiğini anlamak için numune alma kabı yardımıyla 10 ml hacminde numune alınır ve sodyum hidroksit konsantrasyonu titrasyonla belirlenir.
- Sistem kararlı hale gelene kadar numune almaya devam edilir.
- Aynı işlemler farklı akış hızlarında ve farklı sıcaklıklarda tekrarlanır.

Tablo 1. Borusal akış reaktör verileri

Numune Hacmi (ml)						
Hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonu	HCl (M)			NaOH (M)		
Akış hızları (ml/min)	V _{AO}			V _{BO}		

Tablo 2. Çıkış akımı için veriler

Zaman (dk)	HCl hacmi (ml)								
	@T ₁ (°C)			@T ₂ (°C)			@T ₃ (°C)		



4.2 Hesaplamalar

1. Farklı zamanlarda ve kararlı hal durumunda reaktörden alınan numuneler için dönüşümleri hesaplayınız.
2. Farklı sıcaklık ve farklı akış hızlarında yapılan deney sonuçlarını kıyaslayınız. $x_A/1-x_A$ ya karşı τ grafiği çiziniz ve çalışılan sıcaklıktaki reaksiyon hız sabitini hesaplayınız.
3. Aktivasyon enerjisini hesaplayınız.

Kaynaklar

- 1- Fogler H. S., Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th edition, Pretince Hall, 2005.
- 2- Gunt, CE 100 Tubular Flow Reactor Manuel Guide.
- 3- Borusal akış reaktörü deney föyü, Ege Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü.
- 4- Borusal akış reaktörü deney föyü, Atatürk Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü.
- 5- Levenspiel O., Chemical Engineering Kinetics, 3 rd edition, John Willey and Sons Inc., Newyork, 1999.

Araş. Gör. Mehtap ÖZEKMEKÇİ