

SİSTEM PERFORMANS ANALİZİ[1-4]

KAYNAKLAR

1. J.M. Coulson, J.F. Richardson ve R.K. Sinnott, 1983. Chemical Engineering V: 6, Design, 1st Ed., Pergamon, Oxford.
2. M.S. Peters ve K.D. Timmerhaus, 1985. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
3. R.H. Perry, D. Green, 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6rd Ed., McGraw-Hill, New York.
4. R. Turton, R.C.Bailie, W.B.Whiting, J.A. Shaeiwitz, 1998. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 1st Ed., Prentice Hall, New Jersey.

Amaç:

Fabrika işletimleri ve tasarlanan proseslerdeki değişiklikleri analizlemek için çeşitli grafiksel ve hesaplamaya dayanan araçları öğrenmektir.

Bütün problemler, özel fonksiyonlar kullanılmadan bir hesap makinası ile çözülebilir.

Anahtar iliřkiler

Kimya Mühendisliğinde bilinen anahtar iliřkiler
Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tipik Anahtar-performans ilişkileri

Durum	Eşitlik	Eğilim (Trend)	Açıklama
Akışkanlar için sürtünme Kaybı	$\Delta P = \frac{2\rho f L e \rho v^2}{D}$	$\Delta P \propto v^2$ $\Delta P \propto D^{-5}$ $\Delta P \propto L$	Tam gelişmiş türbülent akım kabulü, sabit sürtünme katsayısı, Laminer akım için $\Delta P \propto D^{-4}$
Isı aktarımı	$\frac{h D}{k} = c \left(\frac{D v \rho}{\mu} \right)^a \left(\frac{\mu C_p}{k} \right)^b$	Kapalı boru içinde: $h_i \propto v^{0.8}$ Borular dışında çapraz akış $h_o \propto v^{0.6}$	Denklemler faz değişimi olmayan durumlar için verilmiştir
Kinetik	$r = k \pi C_i^{a_i}$	1/T ye karşı lnk lineerdir	$\tau \uparrow, k \uparrow$ İdeal gazlar için $P \uparrow, C_i \uparrow$ Böylece $r \uparrow$
Reaktör	Karıştırmalı akış: $\frac{V}{F_{A0}} = \frac{\tau}{C_{A0}} = \frac{x}{-r_A}$ $\frac{V}{F_{A0}} = \frac{\tau}{C_{A0}} = \int_0^x \frac{x}{-r_A}$	$\tau \propto V$ $\tau \uparrow$ veya $V \uparrow$ iken $x \uparrow$	τ kalma süresi, V reaktör hacmi, x kısıtlayıcı girdi dönüşümü Tek tepkime ve sabit hacimsel akış hızı
Ayırma	Tek eşitlikle tanımlanamaz	Ayırıcı ajan akış hızı \uparrow veya dolgulu kolon yüksekliği veya basamak sayısı \uparrow , ayırma derecesi \uparrow	
Distilasyon	Tek eşitlikle tanımlanamaz	Reflaks oranı \uparrow , ayırma derecesi \uparrow	Kompleks analiz

Çözüm Yöntemleri

- Eşitliklerle düşünme

GENİ

Eğilimi tahmin etme

- Temel duruma oranlama
- Kontrol eden dirençleri kullanarak sistemlerin analizi
- Grafikselsel gösterimler

Eşitliklerle düşünme

- GENI
 1. Goal (Amaç)
 2. Equation (Eşitlik)
 3. Need (İhtiyaç)
 4. Information (Bilgi)

Eğilimi tahmin etme

1. C : değer sabit kalıyor
2. \uparrow : değer artıyor
3. \downarrow : değer azalıyor
4. $?$: değerdeki değişim bilinmiyor

Temel duruma oranlama

Temel durum oranı X , temel durumdaki sistem karakteristiği x_1 'ini yeni durumdaki sistem karakteristiği x_2 'ye oranı olarak tanımlanır.

$$X = \frac{x_2}{x_1}$$

- Örnek: Bir reaktörde $A + B \rightarrow Ü + R$ elementer gaz fazı tepkimesi gerçekleşmektedir. Reaktörde sıcaklık 300°C 'den 320°C 'e yükseldiğinde reaksiyon hızı iki kat artmaktadır. A ve B reaktöre eş molar akış hızında beslendiğinde, sıcaklık 300°C ve basınç 15 atm iken reaksiyon hızı $10 \text{ mol/m}^3 \cdot \text{s}$ olduğuna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Temel duruma kıyaslandığında, sıcaklık 310°C 'e yükselirse reaksiyon hızındaki değişim ne kadar olur?
- b) Temel duruma kıyaslandığında, basınç % 20 artarsa reaksiyon hızındaki değişim ne kadar olur?

Kontrol eden dirençleri kullanarak sistem analizi

Akışkanlar mekaniği, Kütle aktarımı ve ısı aktarımında hız:

$$\text{Hız} = \frac{\text{İtici güç}}{\text{Direnç}}$$

Şeklindedir.

Seri dirençler :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Bazı durumlarda R_1 baskınsa:

$$R_T = R_1 \text{ alınır.}$$

Tepkimenin hız denklemi aşağıda verildiği şekilde yazılabilir.

$$-r_A = kC_A C_B$$

a) $T_1 = 300^\circ\text{C}$ 'dan $T_2 = 320^\circ\text{C}$ 'a yükseltildiğinde $r_A = 2r_A$ olmaktadır.

Kantitatif değerlendirme yapabilmek için aktivasyon enerjisi bulunmalıdır.



$$C_i(\downarrow) = \frac{y_i(\varnothing)P(\varnothing)}{R(\varnothing)T(\uparrow)} \quad T_1 = 300^\circ\text{C}' \text{ dan } T_2 = 320^\circ\text{C}' \text{ a yükseltildiğinde } C_i' \text{ deki değişimi bulalım.}$$

$$\frac{C_{i2}}{C_{i1}} = \frac{\frac{y_{i2} \cdot P_2}{R \cdot T_2} \cdot \frac{1}{T_2}}{\frac{y_{i1} \cdot P_1}{R \cdot T_1} \cdot \frac{1}{T_1}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{320} = 0,94 \quad \text{burada } C_A \text{ ve } C_B \text{ 'nin } \% 3 \text{ azaldığı anlaşılmaktadır.}$$

Birinci ve ikinci durumdaki tepkime hızları oranlanarak aktivasyon enerjileri bulunabilir.

$$\frac{r_{A2}}{r_{A1}} = \frac{k_2 C_{A2} C_{B2}}{k_1 C_{A1} C_{B1}} \quad \text{bu sistemde } C_A = C_B \text{ 'dir.}$$

$$\frac{r_{A2}}{r_{A1}} = \frac{k_o e^{-\frac{E}{RT_2}} \left(\frac{C_{A2}}{C_{A1}} \right)^2}{k_o e^{-\frac{E}{RT_1}} \left(\frac{C_{A1}}{C_{A1}} \right)^2} \Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{e^{-\frac{E}{R593}}}{e^{-\frac{E}{R573}}} \cdot (0,97)^2 \Rightarrow 2 = e^{\frac{E}{R} \left(\frac{1}{573} - \frac{1}{593} \right)} \cdot (0,94)$$

$$\frac{2}{0,94} = e^{\frac{(5,89 \cdot 10^{-5})E}{R}} \Rightarrow \frac{E}{R} = 12903,2$$

Elde edilenler doğrultusunda $T_2 = 310^\circ\text{C}$ olduğunda r_A 'daki değişimi hesaplayabiliriz.

$$\frac{r_{A2}}{r_{A1}} = \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{C_{A2} C_{B2}}{C_{A1} C_{B1}} = \frac{e^{-\frac{E}{RT_2}} \left(\frac{C_{A2}}{C_{A1}} \right)^2}{e^{-\frac{E}{RT_1}} \left(\frac{C_{A1}}{C_{A1}} \right)^2} = e^{\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} \cdot \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 = e^{(12903,2) \left(\frac{1}{573} - \frac{1}{583} \right)} \cdot \left(\frac{573}{583} \right)^2 = 1,42$$

Yani $T_2 = 310^\circ\text{C}$ olduğunda r_A % 42 oranında artmaktadır.

a) Bu kez basınç (P) % 20 artıyor.

$$y_i \rightarrow y_i(\downarrow) \quad R \rightarrow R(\downarrow) \quad T \rightarrow T(\downarrow) \quad P \rightarrow P(\uparrow)$$

$$C_i(\uparrow) = \frac{y_i(\downarrow) P(\uparrow)}{R(\downarrow) T(\downarrow)}$$

$P_1 = 15$ atm ise $P_2 = 15 + 15 \cdot (20/100) = 18$ atm' dir.

$$\frac{r_{A2}}{r_{A1}} = \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{C_{A2} C_{B2}}{C_{A1} C_{B1}} = \left(\frac{C_{A2}}{C_{A1}} \right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^2 = \left(\frac{18}{15} \right)^2 = 1,44$$

Basıncın % 20 artırılması hızı % 44 oranında artırmaktadır.