

Práctica No. 4

REACTOR TUBULAR

Objetivo:

Analizar y demostrar el comportamiento del reactor tubular y compararlo con el reactor continuo de tanque con agitación (CSTR).

CALCULOS Y RESULTADOS

Tenemos que:

$$FA_o = CA_o Q$$

Volumen del reactor:

$$V_R = \frac{-D^3 L}{4}$$

Tiempo de residencia:

$$t_R = \frac{V_R}{Q_f}$$

$$r_A = k C_A C_B$$

- Para los cuatro reactores de diferente tamaño reportar los datos experimentales obtenidos.

	Reactor	1	2	3	4	
Solución de violeta cristal	CAo, mol/L					
		QA, mL/min				
	Solución de NaOH	CBo, mol/L				
		QB, mL/min				

	Concentración de reactivos que entran al reactor			
	1	2	3	4
CAo, mol/L	2 x 10 ⁻⁵	4.69674E-06	9.72735E-07	3.28735E-07
CBo, L/min	0.0200			

- Calcular la conversión de los diferentes reactores tubulares. Señalar cual es el valor de conversión una vez que los reactores hayan llegado a régimen permanente.
 - Determinar analíticamente la conversión correspondiente para cada reactor.
 - Hacer una gráfica de conversión vs tiempo de residencia promedio, para los datos experimentales y los calculados analíticamente.

Reactor No. 1	VR (L): 0.25132	k= 0.0612035 min ⁻¹	T(°C)= 23
t(min)	Absorbancia	CA (mol/L)	ZA
13.4667	0.435	5.88674E-06	0.70566
16.5000	0.381	5.13074E-06	0.74346
22.9167	0.371	4.99074E-06	0.75046
28.7333	0.331	4.43074E-06	0.77846
33.2500	0.406	5.48074E-06	0.72596
41.3000	0.330	4.41674E-06	0.77916
47.1667	0.376	5.06074E-06	0.74696
57.1667	0.421	5.69074E-06	0.71546
58.2500	0.426	5.76074E-06	0.71196
69.7500	0.370	4.97674E-06	0.75116

Reactor No. 2	VR (L): 0.50265	k= 0.0612035 min ⁻¹	T(°C)= 23
t(min)	Absorbancia	CA (mol/L)	ZA
14.7333	0.350	4.69674E-06	0.76516
18.0000	0.225	2.94674E-06	0.85266
24.9167	0.248	3.26874E-06	0.83656
35.2500	0.289	3.84274E-06	0.80786
43.3333	0.287	3.81474E-06	0.80926
48.3333	0.245	3.22674E-06	0.83866
52.6667	0.225	2.94674E-06	0.85266
59.9167	0.263	3.47874E-06	0.82606
62.0000	0.247	3.25474E-06	0.83726

Reactor No. 3	VR (L): 0.75392	k= 0.0612035 min ⁻¹	T(°C)= 23
t(min)	Absorbancia	CA (mol/L)	ZA
15.8833	0.084	9.72735E-07	0.95136
19.3333	0.203	2.63874E-06	0.86806
26.8000	0.121	1.49074E-06	0.92546
30.2500	0.162	2.06474E-06	0.89676
36.2000	0.157	1.99474E-06	0.90026
44.3333	0.170	2.17674E-06	0.89116
49.1667	0.169	2.16274E-06	0.89186
54.5833	0.164	2.09274E-06	0.89536
62.7500	0.172	2.20474E-06	0.88976
73.0833	0.148	1.86874E-06	0.90656

Reactor No. 4	VR (L): 1.00531	k= 0.0612035 min ⁻¹	T(°C)= 23
t(min)	Absorbancia	CA (mol/L)	ZA
21.1667	0.038	3.28735E-07	0.96713
23.9167	0.197	2.55474E-06	0.74453
28.4167	0.132	1.64474E-06	0.83553

31.3667	0.055	5.66735E-07	0.94333
37.6667	0.103	1.23874E-06	0.87613
45.6000	0.128	1.58874E-06	0.84113
49.6667	0.088	1.02874E-06	0.89713
55.5000	0.130	1.61674E-06	0.83833
64.5000	0.104	1.25274E-06	0.87473
73.9167	0.085	9.86735E-07	0.90133

- Hacer una gráfica de conversión ZA vs V/F (L min/g mol de violeta cristal) a partir de los datos experimentales. Utilizando el método integral y diferencial para datos de reactores tubulares.
- A partir de los datos de la pregunta 2 y de los datos obtenidos en los reactores CSTR sencillos (VR2 y VR1), trazar una curva de conversión contra $k_1(VR/Q)$ para los dos tipos de reactores.
- Deducir la ecuación (4-6) del manual de prácticas, partiendo de la ecuación de diseño del reactor tubular y de la velocidad de reacción (transformada en función de la conversión).

$$\frac{V_s}{Q} = \frac{C_o - C}{r} = \frac{C_o - C}{kC}$$

$$z = \frac{C_o - C}{C_o} = \frac{k(V_s/Q)}{1 + k(V_s/Q)}$$

$$\frac{V}{Q} = C_o \int_0^z \frac{dz}{kC_o(1-z)} = -\frac{1}{k} \ln(1-z)$$

$$\frac{k(V_s/Q)}{1 + k(V_s/Q)} = 1 - e^{-k(V/Q)}$$

$$z = 1 - e^{-k(V/Q)}$$

- Hacer un análisis comparativo de las características de los reactores tipo CSTR con los reactores tipo tubular, incluyendo ventajas y desventajas.

En los reactores tubulares puede aumentarse el coeficiente de transferencia de calor forzando el caudal a velocidades altas a través de los tubos.

El reactor continuo de tanque con agitación tiene ciertas ventajas debido a la uniformidad de temperatura, presión y composición que se logra como resultado del mezclado

En general, los reactores de tanque con agitación se usan primordialmente para sistemas reaccionantes en fase líquida a presiones bajas o medias.

En los reactores tubulares se presenta la desventaja de que a velocidades muy altas de flujo, la conversión es baja en la primera parte del reactor. Esto significa que el reactor de tanque debe tener un volumen mayor para una velocidad determinada de flujo de alimentación.

CONCLUSIONES:

En las reacciones a alta presión, por lo general es necesario, debido a las consideraciones de costo, usar reactores tubulares de diámetro pequeño en vez de los de tanque con agitación. Para operaciones a presiones elevadas los reactores de tanque requieren de espesores de pared considerables, así como de sistemas complejos de sellado en la flecha del agitador.

BIBLIOGRAFÍA

INGENIERÍA DE LA CINÉTICA QUÍMICA

J. M. SMITH

EDITORIAL CECSA

ELEMENTOS DE INGENIERIA DE REACTORES QUÍMICOS

H. SCOTT FOGLER

TERCERA EDICION

EDITORIAL PRENTICE MAY

INGENIERIA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

OCTAVE LEVENSPIEL

EDICIONES REPLA, S.A.