

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

ANTEPROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“Difusividad efectiva de hidrocarburos en geles de alginato de calcio”

Asesor Interno

Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

Empresa o Institución

Instituto Tecnológico de Durango

PERIODO

Enero – Junio 2009

ANTEPROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

DATOS GENERALES

Nombre del proyecto	"Difusividad efectiva de hidrocarburos en geles de alginato de calcio"
Director del proyecto	Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro
Empresa o institución	Instituto Tecnológico de Durango
Departamento académico	Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica
Lugar de realización	Laboratorio de Investigación en Ingeniería Química
Periodo de realización	Enero – Junio 2009

ANTECEDENTES

Biorremediación con partículas biocatalizadoras

Se ha demostrado en estudios previos que los microorganismos *Aspergillus sp.* y *Flavobacterium sp.* pueden degradar hidrocarburos de petróleo en fase acuosa. En un trabajo de investigación en progreso (Gómez Díaz, inédito) se está estudiando la posibilidad de encapsular dichos microorganismos en partículas sólidas de alginato de calcio (partículas biocatalizadoras). Al poner en contacto estas partículas con una solución acuosa que contiene hidrocarburos, éstos se difunden al interior de la partícula donde los microorganismos pueden metabolizarlos. En apoyo al mencionado proyecto, es necesario evaluar el coeficiente efectivo de difusión de los hidrocarburos en la matriz de gel de alginato.

Difusión efectiva en medios porosos

En un material poroso como el gel de alginato, las moléculas de un soluto se difunden con una rapidez menor que en un líquido abierto. El coeficiente de difusión efectivo depende del tamaño y distribución de los poros del material. Aún cuando las partículas biocatalizadoras son por lo menos un 90% agua, el coeficiente de difusión para algunos solutos puede llegar a ser significativamente menor en el gel, comparado con el valor en agua.

Si una partícula esférica que tiene una concentración inicial de un soluto se coloca en solvente fresco libre del soluto, la concentración en el exterior de la esfera se vuelve prácticamente cero y se presenta la difusión del soluto desde el interior de la partícula, debido al gradiente de concentración. En ausencia de mezclado, hay transferencia de masa por

difusión y/o convección natural en el exterior de la esfera. Sin embargo, si se proporciona agitación externa intensa, la resistencia externa a la transferencia de masa se reduce considerablemente, y la etapa dominante se vuelve la difusión en el interior de la esfera.

En esta situación, la concentración de soluto en la solución (inicialmente cero) aumentará gradualmente hasta que se alcance el equilibrio entre el líquido en el interior de la partícula y la solución en el exterior. La rapidez con la que aumente la concentración en la solución externa está relacionada con el coeficiente de difusión mediante un modelo matemático que toma en cuenta la transferencia de masa en el interior de la esfera y el volumen finito del líquido en el exterior (Cussler, 1999):

$$C_1 = \frac{c_{1,0}}{1+B} - 6Bc_{1,0} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-D_{eff}\alpha_n^2 t}}{B^2 R_0^2 \alpha_n^2 + 9(B+1)}$$

donde la cantidad adimensional B es la proporción de volúmenes dada por

$$B = \frac{V_B}{(4/3)\pi R_0^3 \varepsilon}$$

y los valores característicos α_n son las soluciones a la ecuación

$$\tan(R_0 \alpha_n) = \frac{3R_0 \alpha_n}{3 + BR_0^2 \alpha_n^2}$$

Mediante un análisis de mínimos cuadrados de los datos de concentración versus tiempo, es posible obtener un estimado preciso del coeficiente de difusión (Cruz-Fierro y Permanasari, 2001).

Referencias

- Cruz-Fierro C. F. y Permanasari R. (2001). "Measurement of Effective Diffusion Coefficient for Methylene Red in Calcium Alginate Beads". Reporte de proyecto semestral, curso "Mass Transfer (CHE 540)", impartido por el Dr. Gregory L. Rorrer, Oregon State University, marzo 2001.
- Cruz-Fierro C. F. (2005). "Hydrodynamic Effects of Particle Chaining in Liquid-Solid Magnetofluidized Beds: Theory, Experiment, and Simulation". Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía en Ingeniería Química, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.

Gómez Díaz J. J. (inédito). "Biorremediación de un efluente contaminado con HTP's en un reactor batch heterogéneo, empleando partículas biocatalizadores". Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Durango, México.

Pinto-Espinoza J. (2002). "Dynamic Behavior of Ferromagnetic Particles in a Liquid-Solid Magnetically Assisted Fluidized Bed (MAFB): Theory, Experiment, and CFD-DPM Simulation". Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía en Ingeniería Química, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.

OBJETIVO GENERAL

Determinar experimentalmente el coeficiente de difusión de hidrocarburos en solución acuosa en geles de alginato de calcio de diferente concentración.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ★ Producir partículas esféricas con diversas concentraciones de alginato.
- ★ Medir la rapidez de difusión de hidrocarburos en el gel de alginato de calcio hacia un medio de menor concentración.
- ★ Estudiar el efecto de la concentración de alginato en la difusividad efectiva de los hidrocarburos en el gel.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- ★ **Investigación bibliográfica.** Se consultarán los recursos bibliográficos disponibles para obtener información relevante al proyecto.
- ★ **Producción de partículas de alginato.** Se capacitará en el manejo del extrusor prototipo y producirá lotes de partículas con diferentes concentraciones de alginato (al menos cinco).
- ★ **Capacitación en técnicas analíticas.** Determinación de diámetro de partícula y de hidrocarburos totales de petróleo en solución acuosa por cromatografía de gases.
- ★ **Corridas experimentales de difusión.** Se implementará la metodología para las pruebas experimentales y se llevará a cabo la determinación (por triplicado) del coeficiente de difusión para cada lote de partículas.
- ★ **Análisis de resultados.** Se estudiará el efecto de la concentración de alginato en el coeficiente de difusión efectivo de los hidrocarburos.
- ★ **Seguimiento de residencia.** De acuerdo a la calendarización establecida, durante los tres periodos de seguimiento de residencia, se evaluará el avance logrado de conformidad con el formato SNEST-AC-PO-007-05.
- ★ **Preparación del reporte final.** En el reporte final se detallarán todas las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el periodo de residencia.

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	FEB				MAR				ABR				MAY			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigación bibliográfica	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
Producción de partículas de alginato			◆	◆	◆	◆										
Capacitación en técnicas analíticas					◆	◆										
Corridas experimentales de difusión							◆	◆	◆	◆	◆	◆				
Análisis e interpretación de resultados										◆			◆	◆		
Seguimiento de residencia						◆			◆						◆	
Preparación de reporte final													◆	◆	◆	◆

DATOS DE LA INSTITUCIÓN

Razón social	Instituto Tecnológico de Durango
RFC	SEP-210905-775
Giro o actividad	Educación pública
Titular	Ing. Juan Gamboa García
Domicilio	Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva Vizcaya Durango, Dgo. 34080
Dirección Internet	http://www.itdurango.edu.mx/