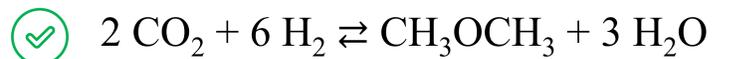
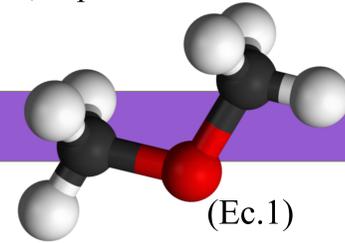


ESTUDIO DE SEGREGACIÓN DE SÓLIDOS APTOS PARA LA REACCIÓN DE SÍNTESIS DE DIMETIL ÉTER POR HIDROGENACIÓN DE CO₂ EN LECHO FLUIDIZADO ASISTIDA POR ADSORBENTE

María Edurne Val Planells, Simona Renda, Javier Lasobras, Jaime Soler, Javier Herguido, Miguel Menéndez
Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, España.
e-mail: 775417@unizar.es

INTRODUCCIÓN



El DME es un compuesto orgánico (CH₃OCH₃) que representa un **combustible alternativo** para vehículos [1] que se puede sintetizar por hidrogenación de CO₂ según la Ec.1. Una opción muy prometedora es llevar a cabo la **síntesis de DME asistida por adsorción de agua** para favorecer el desplazamiento del equilibrio químico según el principio de Le Châtelier. Aún es más interesante hacer este proceso en un **reactor de lecho fluidizado** con **entrada y salida** de uno de los **sólidos**. Esto permite la posibilidad de **regenerar la zeolita sin dañar el catalizador**, como lo propuesto por Menéndez *et al.* en una patente recién publicada [2]. Para lograrlo, es **necesario** que los **sólidos se segreguen** para asegurar la salida de solo uno de los dos. La segregación de sólidos en un lecho fluidizado es el fenómeno por el cual las partículas sólidas de diferentes tamaños o densidades tienden a separarse durante el movimiento ascendente del gas a través del lecho [3]. La situación óptima implica que sea el **adsorbente** el que **salga del reactor**, para llevar a cabo la regeneración en un reactor secundario con temperatura más alta, manteniendo el catalizador en el reactor. Tras estudios anteriores, se ha determinado que la mejor condición es que la zeolita entre al reactor desde abajo y salga de la parte de arriba del lecho.

EXPERIMENTAL

Catalizador bifuncional In₂O₃/ZrO₂@HZSM-5 (@ indica aglomeración de sólidos)
Adsorbente zeolita 13X, con tamaño específico logrado mediante aglomeración, molienda y tamizado.
Se estudiaron ratios catalizador- adsorbente de 1:1 y 1:2.
U_R (Ec.2): 1,15 – 1,5

Tabla 1.- Propiedades físicas de los sólidos

	U _{mf} (cm/min)	Densidad (ρ) (g/cm ³)	Rango tamaño (μm)
Catalizador	166	1,4	150-200
Zeolita 13-X	62	0,91	75-150

$$U_R = U_0 / U_{mf} \quad (\text{Ec.2})$$

$$M = \frac{\int_0^{H^*} |X_j^* - X_j| dz}{\int_0^{H^*} |X_j^* - X_{j0}| dz} \quad (\text{Ec.3})$$

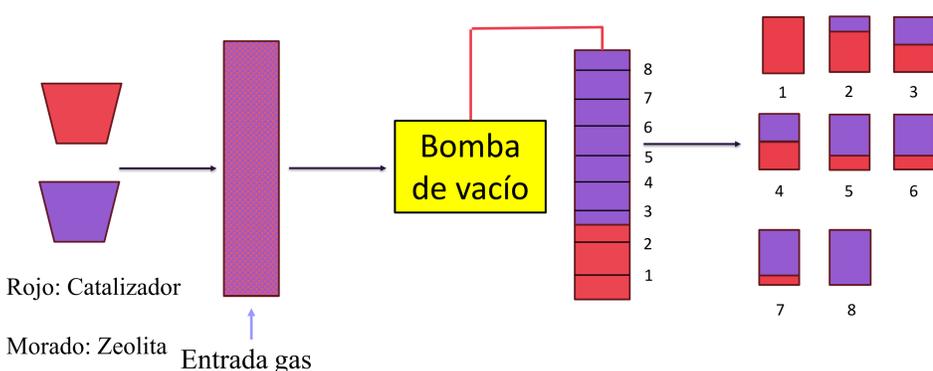


Figura 1.- Esquema experimental

RESULTADOS

El resultado de un típico ensayo de segregación está representado en Figura 2 (a). La figura enseña los perfiles de concentración (porcentaje másico) de los sólidos frente al altura del lecho. En Figura 2(b) se enseña un sistema más mezclado, con segregación solo al fondo. Estos perfiles permiten calcular el índice de mezcla (Ec.3) de la Figura 3(c).

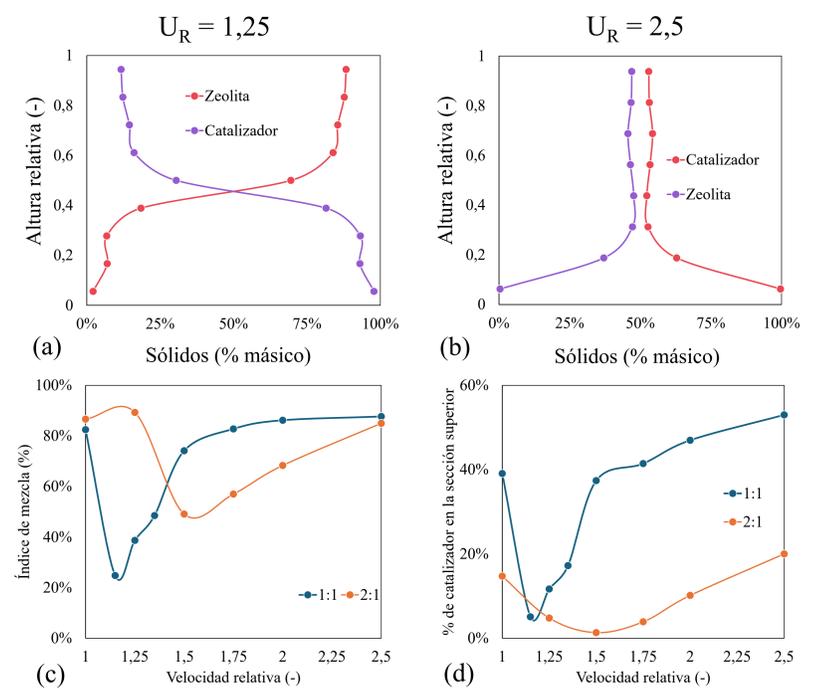


Figura 2.- (a) Ejemplo de buena segregación, (b) Ejemplo de sistema mezclado, (c) Índice de mezcla, (d) % catalizador en la parte superior del lecho

CONCLUSIONES

- En ambos ratios estudiados, con velocidades del gas cercanas a la mínima fluidización, el lecho no experimenta suficiente movimiento para que ocurra la segregación de los sólidos, y, por eso, se observa un elevado índice de mezcla.
- Con velocidades relativas superiores a 1 se consigue la segregación del lecho para ambas condiciones de ratio zeolita/catalizador.
- Al aumentar la velocidad relativa, se observó que los sólidos vuelven a mezclarse.
- Se seleccionaron como condiciones de trabajo más prometedoras el ratio de sólidos 2:1 y las velocidades relativas de 1,25 y 1,5 para asegurar la segregación deseada y la concentración mínima de catalizador en la sección superior del lecho.

REFERENCIAS

- [1] G. Bonura, M. Cordaro, L. Spadaro, C. Cannilla, F. Arena, and F. Frusteri, "Hybrid Cu-ZnO-ZrO₂/H-ZSM5 system for the direct synthesis of DME by CO₂ hydrogenation," Appl. Catal. B Environ.
- [2] Menéndez, M.; Herguido, J.; Soler, J.; Lasobras, J. Application EP23382685.8: Reactor System for Sorption-Enhanced Catalytic Reactions with Continuous Regeneration of Sorbent and Related Methods 2023.
- [3] S. Turrado, J. R. Fernández, and J. C. Abanades, "Investigation of the Segregation of Binary Mixtures with Iron-Based Particles in a Bubbling Fluidized Bed." Spanish Research Council, INCAR-CSIC, CO₂ Capture Group, Francisco Pintado Fe, n. 26, 33011 Oviedo, Spain



Catalysis and
Reactor
Engineering
Group

