

EFFECTO DE LAS CONDICIONES DE INESTABILIDAD EN LA PRODUCTIVIDAD DE UN REACTOR CATALÍTICO DE LECHO FLUIDIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE POLIOLEFINAS

Mario G. Chiovetta, Raúl A. Bortolozzi

INTEC (UNL - Conicet) Güemes 3450 - 3000 Santa Fe - Argentina

E-mail: rabor@santafe-conicet.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Las poliolefinas son termoplásticos de uso masivo en el mundo. El consumo es muy importante en términos cuantitativos, y requiere aumentar permanentemente su producción y mejorar la eficiencia para su obtención a escala industrial. La mayor parte de los procesos de fabricación utilizan reactores de lecho fluidizado (Mahecha-Botero, 2009) con catalizadores Ziegler-Natta o metalocénicos (Kou et al., 2005). Una de las limitaciones en la productividad de los reactores está dada por la inestabilidad que se puede presentar bajo ciertas condiciones de operación, en combinación con valores altos de la actividad del catalizador y teniendo en cuenta, además, que la reacción de polimerización es fuertemente exotérmica. En esos casos se puede producir un aumento de la temperatura del lecho que resulta difícil de controlar.

En este trabajo se analiza el efecto de la actividad del catalizador y de algunas variables operativas sobre la productividad del reactor. En particular, para realizar el estudio, se toman datos correspondientes a la producción de polietileno.

DESARROLLO TEÓRICO

Para realizar el estudio, se formula un modelo matemático que consiste en plantear las ecuaciones de balance de materia y energía dentro del reactor, considerando que el lecho está constituido por tres fases: gas intersticial, burbujas y partículas en suspensión. El lecho se divide en secciones superpuestas que intercambian materia y energía entre sí. Este modelo fue publicado en trabajos anteriores (ver, por ejemplo, Bortolozzi and Chiovetta, 2016, Ecuaciones 5 a 11). El modelo tiene en cuenta los siguientes fenómenos: a) La transferencia de energía desde las partículas hacia el gas, b) Los demás intercambios de materia y energía entre las tres fases y entre las secciones, c) Los movimientos ascendentes y descendentes de gas y partículas en el lecho fluidizado, d) La reacción química exotérmica de primer orden.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo se resuelve por vía numérica para obtener los valores de la producción en función de la concentración del etileno en la corriente gaseosa de entrada, para diferentes valores de la actividad del catalizador. En la simulación numérica se han tomado las dimensiones de un reactor industrial típico (Bortolozzi y Chiovetta, 2015). Los balances de materia y energía se tratan como un conjunto de ecuaciones algebraicas, acopladas a través del término de reacción química. Las matrices que resultan se resuelven mediante un algoritmo que permite realizar la inversión de dichas matrices, obteniéndose los valores de concentración de etileno y las temperaturas de las fases en cada sección.

En la Figura 1 se observa que la producción de polietileno es creciente a medida que aumentan la concentración de entrada y el factor cinético, que representa la actividad del catalizador. Sin embargo este aumento está limitado por la aparición de inestabilidad cuando se ingresa a la zona indicada por la línea de trazos, en la parte superior de la figura. Esta zona involucra valores de las variables del sistema que,

combinados, generan condiciones de funcionamiento inestables del reactor. En la misma figura se observa que la inestabilidad se presenta antes cuando aumenta el factor cinético, es decir el sistema se vuelve más inestable y disminuye la producción que es posible alcanzar con esas condiciones operativas. En el mismo sentido se comporta la temperatura máxima del sólido, que se representa en la Figura 2 como una función de la concentración de entrada. También en esta figura se observa la zona donde comienza la inestabilidad y el desplazamiento de este punto hacia valores más bajos de temperatura cuando aumenta el factor cinético.

Producción
ton/año

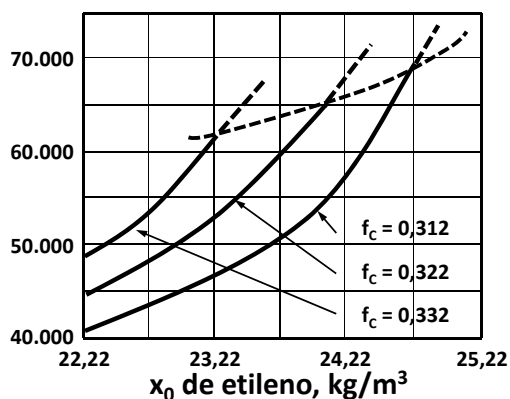


Figura 1: Producción de polietileno en función de la concentración de etileno en el ingreso al reactor, para diferentes valores de la actividad del catalizador.

Temperatura

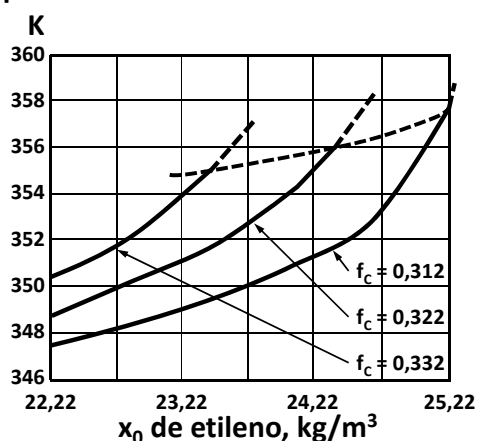


Figura 2: Temperatura de las partículas en función de la concentración de etileno en el ingreso al reactor, para diferentes valores de la actividad del catalizador.

CONCLUSIONES

La principal conclusión de este trabajo es que el aumento de la actividad del catalizador en sistemas fluidizados para producción de poliolefinas no siempre se corresponde con un aumento de la producción. En efecto, teniendo en cuenta las condiciones en que operan estos reactores, y considerando además la fuerte exotermia de la reacción, se genera una limitación importante debido a la aparición de una zona de inestabilidad que impide llegar a valores de producción más altos, con un aumento proporcional de la actividad catalítica.

REFERENCIAS

Kou, B., McAuley, K., Hsu, C.C., Bacon, D.W., Yao, K.Z. Mathematical model and parameter estimation for gas-phase ethylene homopolymerization with supported metallocene catalyst. *Ind. Chem. Eng. Res.* 44, 2428-2442, 2005.

Bortolozzi, R.A., Chiovetta, M.G. Three-phase model of a fluidized-bed catalytic reactor for polyethylene synthesis. *International Journal of Chemical Reaction Engineering*, DOI 10.1515/ijcre-2015-0002, on line: 31-10-2015; Vol. 14, No. 1, 93-103, 2016.

Bortolozzi, R.A., Chiovetta, M.G. Análisis de la operación de un reactor de lecho fluidizado para la síntesis de polietileno, usando un modelo con retromezclado. *XI Simposio Argentino de Polímeros - SAP 2015*, Santa Fe, Argentina, 20 al 23 de octubre de 2015. Actas del Simposio pp. P-198 a P-202, 2015.

Mahecha-Botero, A., Grace, J.R., Elnashaie, S.S., Jim Lim, C. Advances in modeling of fluidized-bed catalytic reactors: a comprehensive review. *Chem. Eng. Comm.* 196, 1375-1405, 2009.