

Título de la Tesis: “Diseño y simulación de reactores catalíticos autotérmicos”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Pedernera, Marisa Noemí

Directores: Ing. José Porras - Dr. Daniel O. Borio

Resumen

Los reactores catalíticos de lecho fijo se cuentan entre los tipos de reactores más usados para llevar a cabo la síntesis de productos químicos básicos o intermedios. En la etapa de selección de un reactor de lecho fijo a escala industrial se puede optar, en principio, por varias alternativas de diseño, las que pueden clasificarse de distintas maneras. Desde el punto de vista de la aplicación y la construcción, se los suele diferenciar entre adiabáticos y no adiabáticos. Los *reactores adiabáticos* resultan ser, dentro de los diseños industriales de uso común, los de tecnología más simple y de más fácil operación: consisten básicamente en un recipiente aislado, de un diámetro relativamente grande, que está relleno con el catalizador. Sin embargo esta solución simple no siempre es aplicable. Por ejemplo, cuando la reacción global a llevar a cabo es exotérmica, el aumento de temperatura en el lecho puede resultar excesivo y conducir a efectos indeseables, ya sea en la selectividad, en el desplazamiento del equilibrio o en la seguridad de la operación. En el extremo opuesto, si las reacciones fuesen endotérmicas, la caída de temperatura resultante podría ser tal que lleve a la extinción de la reacción. Buscando evitar estos inconvenientes, se suele distribuir la carga total de catalizador en más de un lecho, e intercalar entre las etapas a algún equipo de intercambio de calor. Se procura de esta manera mantener el incremento o el descenso de temperatura en cada lecho dentro de ciertos límites preespecificados.

.....

Título de la Tesis: "Diseño y simulación de reactores catalíticos autotérmicos"

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Pedernera, Marisa Noemí

Directores: Ing. José Porras - Dr. Daniel O. Borio

En el caso más crítico de reacciones con fuertes efectos caloríficos, la operación adiabática multilecho conducirá inevitablemente a un elevado y por lo tanto antieconómico número de lechos. Hay otros casos en los que la operación adiabática también podría no ser apropiada. En particular en los procesos en los que el perfil óptimo de temperatura para maximizar el producto es monótonamente descendente, tal como ocurre con las reacciones reversibles exotérmicas, o cuando tiene lugar una secuencia de reacciones con diferentes dependencias con la temperatura. Esta falta de adecuamiento se debe a la poca flexibilidad que la operación adiabática ofrece en lo que respecta a permitir otros perfiles axiales de temperatura que no sean los monótonamente crecientes (exotérmicas) o decrecientes (endotérmicas).

En muchos casos, un intercambio de calor continuo a medida que la reacción tiene lugar, tal como se verifica en la operación no adiabática, podría ser más conveniente. Dentro de los reactores que operan de esta forma podemos distinguir dos diseños principales. Por un lado se encuentran los *reactores multitubulares*, en los que el catalizador se coloca dentro de tubos dispuestos en el interior de una carcasa por donde circula un fluido refrigerante o calefaccionante. En algunas reacciones endotérmicas que tienen lugar a altas temperaturas los tubos se ubican dentro de un horno. Como ejemplos de aplicación de este diseño pueden mencionarse las reacciones de oxidación de o-xileno a anhídrido ftálico, reformado de vapor, etc. A la inversa, en otro tipo de reactores de operación no adiabática el fluido que intercambia calor fluye por un conjunto de tubos insertos en el lecho catalítico. A este diseño se lo suele denominar *reactor con intercambiador de calor interno* o *reactor multirrefrigerado*. Estos reactores suelen ser utilizados en los procesos de síntesis de amoníaco y de metanol.

Mirando el problema desde otro punto de vista, dentro de los reactores catalíticos industriales de lecho fijo podemos diferenciar un tipo de operación denominada "*autotérmica*". Esta operación se caracteriza por la utilización del calor de reacción para efectuar el precalentamiento directo de la mezcla reactiva. Debido a esto, la operación autotérmica es factible de ser implementada sólo cuando el calor de la reacción es suficiente para precalentar la alimentación y pueden evitarse entregas adicionales de calor. Los ejemplos de aplicación más

Título de la Tesis: “Diseño y simulación de reactores catalíticos autotérmicos”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Pedernera, Marisa Noemí

Directores: Ing. José Porras - Dr. Daniel O. Borio

importantes de este tipo de operación son los ya mencionados procesos de síntesis de amoníaco y de metanol.

Uno de los problemas operativos más comunes en este tipo de unidades es la baja conversión por paso y la posible existencia de estados estacionarios múltiples (este último fenómeno es consecuencia de la retroalimentación de calor propia de la autotermia y tiene vinculaciones directas con la estabilidad en la operación del equipo). Las mencionadas características, sumadas al interés industrial de las reacciones que en ellos suelen llevarse a cabo, motivaron el desarrollo en esta Tesis de distintos estudios sobre los reactores que operan en forma autotérmica. Como caso ilustrativo de estudio, se ha seleccionado el de la producción industrial de amoníaco.