

ENSAYO DE TEMPERATURA TRANSIENTE EN UN REACTOR DE HIDROFINACIÓN

Fabián G. Lombardi, Coordinador Técnico On sites
fabian.g.lombardi@exxonmobil.com
Refinería Campana, ESSO Petrolera Argentina SRL
Emilio Mitre 574, (B2804ABA) Campana, Buenos Aires
TE: 03489 – 492021

Fabián Lombardi es Ingeniero Químico egresado de la Universidad Nacional del Litoral y Master en Administración de Empresas de la Universidad de Belgrano. Está trabajando en ESSO P.A. desde el año 1990 habiendo ocupado diversos puestos: Ingeniero de Proceso de las áreas de Offsites y Onsites, Coordinador de Energía, Ingeniero de Diseño, Ingeniero de Aplicaciones de Control, Analista Económico de Refinería. Actualmente se desempeña como Coordinador Técnico de los Ingenieros de Proceso de las plantas de producción.

Sinopsis

Luego de una parada del Hidrodesulfurizador de Nafta de Coker, en donde se descargó catalizador agotado y se repuso fresco en el reactor principal, comenzó a observarse una distribución no uniforme de temperaturas en el lecho del mismo. El monitoreo de la actividad del catalizador arrojaba valores anormalmente bajos para el inicio del ciclo. El reactor posee un buen sentido de termocuplas en su lecho tanto transversal como longitudinalmente.

Luego de descartar algunas causas obvias del perfil de temperaturas anómalo, se decidió realizar un test de temperatura transiente para determinar si el catalizador poseía canalizaciones o mala distribución de flujo que pudieran ser la causa del mencionado perfil.

El test consistió en producir saltos escalón de temperatura a la entrada del reactor en forma aleatoria y sensor la respuesta de las termocuplas del lecho. La ventaja de este tipo de tests es que no es necesaria instrumentación adicional, no se necesitan exceder los límites normales de la operación y la interferencia con la operación es mínima. Los datos fueron analizados con software de Aspen Tech para eliminar ruidos provenientes de otros efectos.

La conclusión que arrojó el ensayo es que la parte superior del lecho del reactor poseía canalizaciones. Las mismas fueron provocadas por un proceso repetido de carga y descarga y la presencia de finos por roturas en el catalizador. A posteriori, esta información nos permitió optimizar el ciclo de vida del catalizador, así como definir una correcta planificación y alcance de trabajos durante la siguiente parada de planta.

Introducción

En Mayo del 2004 el reactor principal de la unidad de Hidrofinación de Nafta de Coker de Refinería ESSO Campana fue intervenido para un cambio completo de catalizador. Por causas externas, en dicha oportunidad el reactor tuvo que descargarse y cargarse nuevamente. Esto originó un manipuleo excesivo del catalizador.

Cuando la unidad arrancó se comenzó a observar una distribución de temperaturas no uniforme radialmente en el lecho del catalizador.

Se hicieron los chequeos del caso relacionados con instrumentos y con calidad de alimentación mientras se monitorearon por varios meses las temperaturas del lecho del reactor y las temperaturas de la envolvente del equipo para asegurar que no existieran puntos calientes en el mismo que pudieran comprometer la operación y la seguridad.

La causa más probable de lo que estaba ocurriendo fue una mala distribución de flujo en el lecho de catalizador debido a la formación de finos y roturas en el mismo por la manipulación excesiva del mismo. Para comprobarla se decidió realizar un ensayo denominado "de temperatura

transiente". Un ensayo similar fue desarrollado en una Refinería afiliada de ExxonMobil en Estados Unidos con idéntico propósito y la firma Engelhard describe ensayos de este tipo con éxito en reactores de lecho fijo.

Desarrollo

El ensayo se desarrolló de acuerdo a un procedimiento desarrollado al efecto durante unas dos horas y media y utilizando instrumentación existente de planta sin la necesidad de instalaciones adicionales. En ningún momento se perdió el control de la unidad ni se violó ningún parámetro operativo.

El ensayo consiste específicamente en perturbar la temperatura de entrada al reactor y registrar el comportamiento de las termocuplas del lecho del mismo. La duración del ensayo, la magnitud de las perturbaciones y su frecuencia depende del tipo de reactor y de su operación, pero puede decirse como generalidad que no se necesitan perturbaciones más allá de 2°C en la temperatura de entrada, ni tampoco extenderlas por demasiado tiempo. Por otra parte pueden hacerse de forma tal que en promedio el reactor permanezca en su temperatura de operación normal.

Los datos fueron tomados por el sistema de información de planta existente y trabajados matemáticamente usando el software denominado DMCplus de Aspen Tech a los efectos de: manejar adecuadamente el volumen de datos obtenidos (cada un minuto), desacoplar ruidos de otras variables y obtener parámetros representativos de un proceso transiente de primer orden. Se analizó el perfil de temperaturas en los lechos superior, medio e inferior de termocuplas ante un salto escalón de la temperatura de entrada. Si existiera una distribución no uniforme de flujo, la respuesta de las termocuplas ubicadas a un mismo nivel de lecho sería diferente debido al tiempo diferente en que las mismas verían la perturbación.

Los resultados que se obtuvieron son:

- Las temperaturas del lecho superior poseen distinto tiempo de llegada al estado estacionario. Algunas claramente llegan al mismo en 4-5 mín. y otras en 10-15 mín. En la **Figura 1** puede verse la distribución en el lecho de estas zonas de flujo no uniforme.

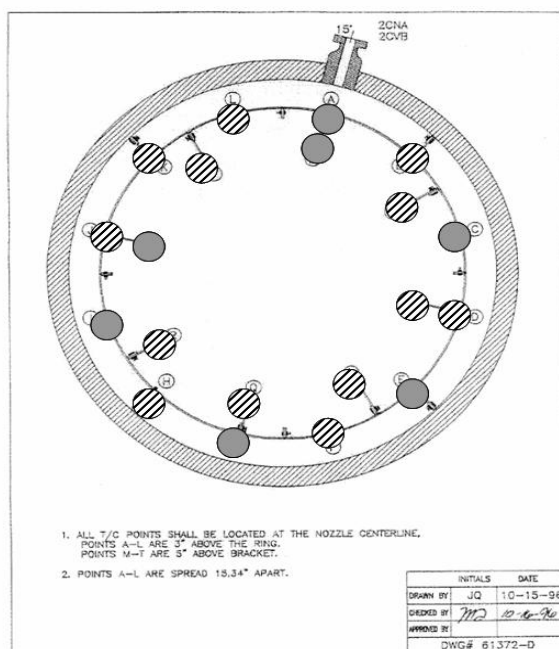


Figura 1. Corte transversal del lecho del reactor. En sombreado: flujo anormalmente bajo, en rayado flujo normal.

- Las temperaturas del lecho superior muestran distinto estado estacionario por cada °C de estímulo de entrada. El grupo de menor TTSS ("time to steady state") manifiestan entre 1,4 y 1,7 °C y el grupo de mayor TTSS entre 2 y 4 °C. La explicación es que el mayor tiempo de residencia de la alimentación en esta zona determina más tiempo de reacción y por lo tanto mayor exotermia localizada. También es clara la diferenciación de pendientes entre las curvas de respuesta de ambos grupos de termocuplas: muy empinada la curva en el primer grupo (aprox.: 0,25°C/mín.) y las del segundo grupo (aprox.: 0,4°C/min.)
- Las temperaturas del lecho inferior poseen todas el mismo tiempo de llegada al estado estacionario de 20 minutos y el mismo tiempo muerto de 13 minutos.
- Las mismas conclusiones que en el punto anterior se deducen para las tres termocuplas existentes en la zona media del reactor.
- Es consistente la respuesta de las termocuplas con las mediciones de temperatura observadas en la operación y confirmadas por las termografías hechas de la pared del reactor.

La deficiencia en actividad que se observaba en el monitoreo del catalizador se atribuyó al desaprovechamiento de parte del mismo debido al flujo no uniforme de la carga.

Conclusiones

Confirmar que el reactor poseía un problema de distribución no uniforme de flujo permitió a la Refinería programar un reemplazo del lecho superior del catalizador del mismo para la siguiente parada de plantas, y no un reemplazo completo.

Esta tarea permitirá alcanzar las especificaciones del producto en el largo de ciclo óptimo de la unidad. Además, se modificó el procedimiento de carga a los reactores para minimizar en el futuro este tipo de problemas.

El ensayo de temperatura transiente es un método que provee información para resolver problemas en reactores de lecho fijo en forma rápida, económica, que puede hacerse en cualquier momento y no requiere de instrumentación adicional en reactores tradicionales.

Bibliografía

Report EMRE 2002CET 521 "Analysis of Torrance Hydrocracker transient temperature test", J. T. Wyatt, H. G. Korsten, J. L. Kaufman, ExxonMobil Research and Engineering company, 2002.

"Flow distribution and trickle-bed reactor performance", Luuk Kramer, Engelhard de Meern BV, 2002.