

Momento Técnico

SUGERENCIAS DE LOS EXPERTOS



Bases de datos: Cómo prepararse para una evaluación de catalizadores

Joana Pinto

Ingeniera de Servicios Técnicos
FCCS.A.

Eliza Diamante

Consultora Técnica
FCCS.A.

La evaluación de catalizadores es crucial para garantizar que nuevos catalizadores cumplan las metas de producción de la refinería, siendo vital para la toma de decisiones y optimización del sistema. De esta manera es posible garantizar que la unidad esté siempre operando con el catalizador más optimizado en términos de rentabilidad para la refinería.

DICIEMBRE
2024



Para que se consiga realizar una buena evaluación es esencial tener una buena calidad de datos y condiciones operacionales equivalentes a las del caso base. Además, es fundamental destacar la necesidad de contar con un muestreo continuo de e-cat para seguir el cambio de inventario y crear pares de datos en condiciones de calidad de inventario comparables.

El balance de masa debe ser monitoreado con atención, y la calibración de los instrumentos es fundamental para garantizar su precisión. Este se debe mantener dentro de $100\% \pm 2$ (%p/p); desvíos indican problemas en la calidad de los datos, lo que puede comprometer la confiabilidad de los resultados. En el caso de unidades que operan con reciclajes esas corrientes no pueden ser consideradas como carga. Esas corrientes son consideradas como carga solo si salieran como productos, pasaran por tanques y luego retornaran al proceso.

Los balances de masa y de energía del conversor son altamente interdependientes una vez que las reacciones catalíticas dependen del calor suministrado por la quema del coque para ocurrir y el catalizador es el vehículo que transporta esa energía, lo que aumenta la complejidad de las evaluaciones. Por ese motivo, para que se pueda realizar una evaluación completa es necesario calcular ambos balances.

Variaciones relacionadas con el fraccionamiento entre corrientes pueden afectar comparaciones directas de casos de estudio, ya que impactan los volúmenes de productos. Por lo tanto se hace necesario ajustar los rendimientos de la unidad a los rendimientos estándar donde existe una separación clara de productos por rangos de destilación establecidos. Esta corrección de los balances permite eliminar las interferencias del fraccionamiento en las evaluaciones. Los productos estándar del FCC se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Productos estándar del FCC

Productos estándar del FCC	
Gas Ácido	H ₂ S
Gas Combustible	H ₂ +C ₁ +C ₂
GLP	C ₃ +C ₄
Nafta	C ₅ hasta 221 °C
LCO	221 °C hasta 343 °C
Aceite decantado	Arriba de 343 °C
Coque	Masa quemada en el regenerador
Inertes	N ₂ +CO ₂

Obs: en el caso de procesamiento de producto renovable el agua también puede ser un producto del FCC a tener en cuenta.

Corrección para el gas combustible: Se debe eliminar el gas inerte que es arrastrado del regenerador hacia la fraccionadora lo que termina componiendo la corriente de gas combustible y retirar el C₃+ que forma parte de la corriente de GLP.

Corrección para el GLP: Se debe añadir el C₃+ del gas combustible y el C₄- de la nafta y descontar el C₅+, el H₂S y el C₁ y C₂ que forman parte de la corriente de gas combustible. En caso de no existir cromatografía de los ligeros de la nafta se debe hacer la corrección de los ligeros a través del valor del PVR.

$$\text{C4 en la Nafta} = 25,44 * \text{PVR (kgf/cm}^2\text{)} - 10,5151$$

La corrección es dada por:

$$\text{Corrección} = \text{Nafta (\%v)} * (0,577 / \text{Densidad de la carga}) * (\text{C4 en la Nafta} / 100)$$

El valor de la corrección es para ser sumado en el GLP y sustraído en la Nafta.

Corrección de nafta, LCO y aceite decantado: se realiza estimando el volumen de cada producto dentro de los rangos estándar. Para ello, es necesario utilizar la curva de destilación PEV (TBP). Los productos intermedios, como la nafta pesada y el HCO, se dividen entre los productos estándar. Se deben emplear correlaciones para estimar las densidades y, en consecuencia, las masas de las fracciones que deben ser corregidas.

Existen diversos tipos de curvas de destilación, cada una tiene su aplicación. En las refinerías los ensayos de destilación más comúnmente disponibles son: ASTM D-86 (nafta, queroseno, diésel), ASTM D-1160 (gasóleo y aceites combustibles) y ASTM D-2887 (gasóleo y aceites combustibles). Esas curvas ofrecen suficiente precisión para la especificación de productos, pero para evaluaciones donde se requiere más precisión se utiliza la curva de Punto de Ebullición Verdadero (PEV o TPB, ASTM D-2892).

Para obtener las curvas de destilación PEV de los productos de la refinería generalmente se utilizan rutinas de cálculos de conversión. Las conversiones más utilizadas pueden ser encontradas en el libro *RIAZI, M. R. Characterization and properties of petroleum fractions. 1st ed. Philadelphia: ASTM manual series - MNL50, pág 101-111.*



La producción de coque no se mide directamente, sino que se calcula a partir de los datos de composición de los gases de combustión y condiciones ambientales. Para esto es necesario: flujo de aire, presión y temperatura de succión del soplador, humedad relativa del aire y composición de los gases de combustión.

El análisis de gases de combustión es uno de los que presenta mayores posibilidades de error, entonces es importante observar si los resultados se encuentran dentro de los siguientes rangos:

- **Rendimiento de coque:** 5%-10%;
- **H en el coque:** 5%-9%.

Para unidades de gasóleo, lo normal es que el rendimiento de coque se mantenga abajo de 8%. Si la carga fuera muy ligera o renovable el rendimiento de coque puede quedar abajo de 5%. Si el contenido de H en el coque estuviera arriba de 6,5% hay espacio para optimización: aumento del flujo de vapor o cambio de los internos, el benchmark es de 5,5%.

Después de las correcciones de los balances es importante que se construya una base de datos con informaciones sobre la calidad de carga, variables operacionales, rendimientos corregidos, calidad de los productos, reposición de catalizador y calidad de e-cat. Esta base de datos, posteriormente, debe pasar por una limpieza donde son eliminados:

- Puntos que no representen valores típicos de la unidad;
- Días en los que no haya información relevante disponible para la evaluación dependiendo de un análisis crítico;
- Puntos donde el cierre del balance de masa esté fuera del rango $100\% \pm 2$.

Existen diversas metodologías que pueden ser aplicadas para la evaluación. Una de estas involucra la formación de pares de datos comparables entre los períodos en análisis a través de la formación de filtros en *excel*. En ese tipo de abordaje, es fundamental que la selección de los pares siga criterios rigurosos de aceptación, de manera a garantizar que las variaciones en los datos no sean tan significativas como para comprometer la comparación entre los puntos, teniendo en cuenta todas las variables relevantes de la base de datos (al menos deben considerarse siguientes variables: Flujo de carga, TRX, TCC, Densidad de carga, RCR, S en la carga, N básico, Inyección de nafta en la carga, Flujo de GOPK, ODES o RAT, flujo de agua en el *riser*, carga del *catcoller*, metales en el e-cat). Otra opción es el uso de herramientas estadísticas, como *clusters* y redes neuronales. Además, estas evaluaciones pueden ser hechas también mediante simuladores, con análisis *side-by-side* o a través de evaluaciones en unidades ACE e incluso en unidades piloto.

FCC S.A. cuenta con un equipo técnico especializado y listo para ayudar a sus clientes en la realización de estas evaluaciones. Tenemos también disponible, para nuestros clientes, un entrenamiento de balance de masa y balance de energía. En caso de interés o cualquier duda, basta entrar en contacto



SU OPINIÓN ES MUY IMPORTANTE

HAGA CLICK

Evalúe y comente esta publicación
accedendo nuestra página web

Sobre la Empresa

Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. es una empresa de tecnología de punta, con su oficina central en Río de Janeiro, formada por la unión de las empresas Petrobras S.A. y Ketjen. Única fabricante de catalizadores de craqueo catalítico y aditivos para el refino de petróleo en el mercado sudamericano tiene como clientes consumidores las refinerías del Sistema Petrobras, así como refinerías de petróleo de países de la América del Sur.



FÁBRICA CARIOCA
DE CATALISADORES

Para más informaciones, entre en contacto con
el equipo de Servicios Técnicos de FCC S.A.

Rua Nelson da Silva, 663 - Distrito Industrial de Santa Cruz
CEP: 23565-160 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
www.fccsa.com.br