

Momento Técnico

DICAS DOS ESPECIALISTAS



Bancos de dados: Como se preparar para uma avaliação de catalisadores

Joana Pinto

Engenheira de Serviços Técnicos
FCCS.A.

Eliza Diamante

Consultora Técnica
FCCS.A.

A avaliação de catalisadores é crucial para garantir que novos catalisadores cumpram as metas de produção da refinaria, sendo vital para a tomada de decisões e otimização do sistema. Desta forma é possível garantir que a unidade esteja sempre operando com o catalisador mais otimizado em termos de rentabilidade para a refinaria.

DEZEMBRO
2024



Para que se consiga realizar uma boa avaliação é essencial ter uma boa qualidade de dados e condições operacionais equivalentes às do caso base. Além disso, é fundamental destacar a necessidade de se ter uma amostragem contínua de e-cat para acompanhar a troca de inventário e criar pares de dados em condições de qualidade do inventário comparáveis.

O balanço de massa deve ser monitorado com atenção, e a calibração dos instrumentos é fundamental para garantir sua precisão. Ele deve se manter dentro de $100\% \pm 2$ (%p/p); desvios indicam problemas na qualidade dos dados, podendo comprometer a confiabilidade dos resultados. No caso de unidades que operam com ciclos essas correntes não podem ser consideradas como carga. Estas correntes são consideradas como carga apenas se saírem como produtos, passarem por tanques e aí sim retornarem ao processo.

Os balanços de massa e de energia do conversor são altamente interdependentes uma vez que as reações catalíticas dependem do calor fornecido pela queima do coque para ocorrerem e o catalisador é o veículo que transporta essa energia, aumentando a complexidade das avaliações. Por esse motivo, para que se possa realizar uma avaliação completa é necessário calcular ambos os balanços.

Variações relacionadas ao fracionamento entre correntes podem afetar comparações diretas de casos de estudo, já que afetam os volumes de produtos, por isso faz-se necessário ajustar os rendimentos da unidade aos rendimentos padrão onde existe uma separação clara de produtos por faixas de destilação estabelecidas. Essa correção dos balanços permite eliminar as interferências do fracionamento nas avaliações. Os produtos padrão do FCC se encontram na tabela seguinte:

Tabela 1: Produtos padrão do FCC

Produtos padrão do FCC	
Gás Ácido	H ₂ S
Gás Combustível	H ₂ +C ₁ +C ₂
GLP	C ₃ +C ₄
Nafta	C ₅ até 221°C
LCO	221°C até 343°C
Óleo decantado	Acima de 343°C
Coque	Massa queimada no regenerador
Inertes	N ₂ +CO ₂

Obs: em caso de processamento de produto renovável a água também pode ser um produto de FCC a ser levada em conta.

Correção para o gás combustível: Tem de se eliminar o gás inerte que é arrastado do regenerador para a fracionadora acabando por compor a corrente de gás combustível e tirar o C₃+ que faz parte da corrente de GLP.

Correção para o GLP: Tem de se adicionar o C₃+ do gás combustível e o C₄- da nafta e descontar o C₅+, o H₂S e o C₁ e C₂ que fazem parte da corrente de gás combustível. Caso não exista cromatografia dos leves da nafta deve-se fazer a correção dos leves através do valor da PVR.

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

A correção é dada por:

$$\text{Correção} = \text{Nafta (\%v)} * (0,577 / \text{Densidade da carga}) * (C4 \text{ na Nafta} / 100)$$

O valor da correção é para ser somado no GLP e subtraído na Nafta.

Correção de nafta, LCO e óleo decantado: são realizados estimando-se o volume de cada produto dentro das faixas padrão. Para isso é necessário utilizar a curva de destilação PEV (TBP). Produtos intermediários como nafta pesada e HCO são divididos entre os produtos padrão. Deve-se utilizar correlações para estimar densidades e consequentemente as massas das frações a serem corrigidas.

Existem diversos tipos de curvas de destilação, cada uma tem sua aplicação. Em refinarias os ensaios de destilação mais comumente disponíveis são: ASTM D-86 (nafta, querosene, diesel), ASTM D-1160 (gasóleo e óleos combustíveis) e ASTM D-2887 (gasóleo e óleos combustíveis). Essas curvas oferecem precisão suficiente para a especificação de produtos, porém para avaliações onde é necessária mais precisão se utiliza a curva de Ponto de Ebulição Verdadeiro (PEV ou TPB, ASTM D-2892).

Para obter as curvas de destilação PEV dos produtos da refinaria geralmente se utilizam rotinas de cálculos de conversão. As conversões mais utilizadas podem ser encontradas no livro *RIAZI, M. R. Characterization and properties of petroleum fractions. 1st ed. Philadelphia: ASTM manual series - MNL50, pág 101-111.*

A produção de coque não é medida diretamente e sim calculada a partir dos dados de composição dos gases de combustão e condições ambientes. Para isso é necessário: Vazão de ar, pressão e temperatura de sucção do soprador, Umidade relativa do ar e composição dos gases de combustão.



A análise de gases de combustão é uma das que possuem maiores possibilidades de erro, então é importante observar se os resultados estão nas seguintes faixas:

- **Rendimento de coque:** 5%-10%;
- **H no coque:** 5%-9%.

Para unidades de gasóleo o normal é que o rendimento de coque fique abaixo de 8%. Se a carga for muito leve ou renovável o rendimento de coque pode ficar abaixo de 5%. Se o H no coque estiver acima de 6,5% há espaço para otimização: aumento da vazão de vapor ou mudança de internos, o benchmark é 5,5%.

Após as correções dos balanços é importante que se construa um banco de dados com informações da qualidade de carga, variáveis operacionais, rendimentos corrigidos, qualidade dos produtos, reposição de catalisador e qualidade de e-cat. Esse banco de dados posteriormente tem de passar por uma limpeza onde são eliminados:

- Pontos que não representem valores típicos da unidade;
- Dias em que não haja disponível informações relevantes para a avaliação dependendo de uma análise crítica;
- Pontos onde o fechamento do balanço de massa esteja fora da faixa $100\% \pm 2$.

Existem diversas metodologias que podem ser aplicadas para a avaliação. Uma delas envolve a formação de pares de dados comparáveis entre os períodos em análise através da formação de filtros em *excel*. Nesse tipo de abordagem, é fundamental que a seleção dos pares siga critérios rigorosos de aceitação, de modo a garantir que as variações nos dados não sejam significativas ao ponto para comprometer a comparação entre os pontos, levando em consideração todas as variáveis relevantes do banco de dados (no mínimo deve se ter as seguintes variáveis: Vazão de carga, TRX, TCC, Densidade de carga, RCR, S na carga, N básico, Injeção de nafta na carga, Vazão de GOPK, ODES ou RAT, vazão de água no *riser*, carga do catcoller, metais no e-cat). Outra opção é o uso de ferramentas estatísticas, como *clusters* e redes neurais. Além disso, essas avaliações podem ser feitas também por meio de simuladores, com análises *side-by-side* ou através de avaliação em unidade ACE e até mesmo unidades piloto.

A FCC S.A. conta com uma equipe especializada e pronta para ajudar seus clientes na realização dessas avaliações. Temos também disponível, para os nossos clientes, um treinamento de balanço de massa e balanço de energia. Em caso de interesse ou qualquer dúvida, basta entrar em contato.



SUA OPINIÃO É MUITO IMPORTANTE

[CLIQUE AQUI](#)

Avalie e comente esta publicação acessando o nosso site.

Sobre a Empresa

A Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. é uma empresa de tecnologia de ponta, com sede no Rio de Janeiro, formada pela associação das empresas Petrobras S.A. e Ketjen. Única fabricante de catalisadores de craqueamento catalítico e aditivos para o refino de petróleo no mercado sul-americano, tem como clientes consumidores as refinarias do Sistema Petrobras, bem como refinarias de petróleo de países da América do Sul.



FÁBRICA CARIOCA
DE CATALISADORES

Para maiores informações, entre em contato com a equipe de Serviços Técnicos da 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