



International Joint Conference Radio 2019

Medidas experimentais e simulação MCNPX para avaliar coeficiente de atenuação linear e mássico de catalisador ativado utilizado no processo de FCC

Silva^a V.H.F.F., Oliveira^a M.F.M., Dantas^a C. C., Oliveira^a P.R.B., Vieira^a E. B., Resende Filho^a T.,
Farias^a W.A.W.A

*“DEN/UFPE – Departamento de Energia Nuclear/Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901,
Recife-PE, Brasil*

vito hugo1020@gmail.com

Introdução:

O Craqueamento Catalítico Fluido (FCC – Fluid Catalytic Cracking) é um processo utilizado na indústria petroquímica para converter algumas frações do petróleo que são mais pesadas (isto é, constituídas por compostos de massa molar elevada) em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, por exemplo. A conversão ocorre devido à introdução de partículas sólidas denominadas catalisadores (pó de Geldart de classe A) no interior de risers industriais de FCC. O catalisador aquecido entra em contato com gás óleo líquido na base do riser, promovendo a vaporização e o craqueamento dos vapores de hidrocarbonetos que compõem o gás óleo [1]. O estudo do comportamento fluídodinâmico da partícula no escoamento multifásico presente nesses reatores é importante para otimização da produção dos derivados do petróleo de alto valor comercial.

Geralmente, a avaliação de tais parâmetros é realizada em um riser a frio, construído em material transparente, com dimensões físicas inferiores quando comparadas às dimensões de risers industriais e ao contrário desses, não existe a presença de calor no escoamento. Assim, os parâmetros físicos e de fluxo da partícula, na maioria das vezes, são determinados por meio do uso de técnicas não intrusivas envolvendo a tomografia por transmissão gama, que possuem grande vantagem de não perturbar o sistema [2].

O objetivo deste estudo preliminar visa avaliar o coeficiente de atenuação linear e mássico do catalisador de FCC ativado através de simulações no MCNPX e análise experimental utilizando fontes radioativas de Césio-137 e Amerício-241 e, conseqüente comparação com dados extraídos do XCOM da NIST (*National Institute of Standards and Technology*).

Metodologia:

Como o catalisador é uma partícula do grupo Geldart A, foi confeccionado um recipiente retangular de acrílico, com as seguintes dimensões físicas: comprimento $(119,44 \pm 0,04)$ mm e $k = 2,43$, altura $(72,03 \pm 0,03)$ mm, com $k = 2,18$ e largura $(94,42 \pm 0,03)$ mm, com $k = 2,18$. O recipiente foi construído com divisórias fixas, na intenção de obter diferentes valores de atenuação para diferentes espessuras. A variação do espaçamento entre as divisórias fixas, x_j , foi obtida por uma progressão aritmética, representada por:

$$x_j = x_{j-1} + x_0, \text{ para } j=1,2,3,\dots,N-1,N \quad (1)$$

sendo x_0 a espessura do compartimento com catalisador na primeira posição $(12,75 \pm 0,11)$ mm) e N é a quantidade de compartimento criados, neste caso, $N = 8$.

No arranjo experimental, inicialmente foram realizados testes de determinação do posicionamento do recipiente para que as medidas fossem adquiridas em condições de repetitividade. Sendo assim, o recipiente foi posicionado de forma que seu centro geométrico coincidiu com a origem do eixo de coordenadas x e y do tomógrafo. Para a captação dos

fótons de radiação, foi utilizado um detector composto por um cristal cintilador de NaI(Tl) acoplado a uma fotomultiplicadora, ligada ao Analisador Multicanal – MCA modelo Osprey.

Conforme se irradiava o recipiente, aumentava-se a espessura de catalisador. Assim, o recipiente vazio e com os 9 compartimentos foi submetido aos fótons por 20 vezes com 5 repetições para cada, sendo 10 irradiações utilizando fonte de Am-241 com fótons monoenergéticos de 0,06 MeV e 10 irradiações utilizando fonte de Cs-137 com fótons de 0,662 MeV. Na finalidade de comparar medidas, as mesmas condições experimentais foram introduzidas no código computacional MCNPX. Portanto, tanto no MCNPX quanto no experimento, obteve-se por meio de adaptações na equação de *Beer-Lambert*, o coeficiente de atenuação linear do catalisador (μ_c) para ambas fontes. E a partir do μ_c e da densidade aparente, ρ , para catalisador, cujo valor obtido em experimento foi de 0,8333 g/cm³, determinou-se o coeficiente de atenuação mássico (μ_m), para o catalisador de FCC ativado.

Resultados:

Os resultados preliminares vêm com os erros relativos para cada medida e são expressos em tabelas, onde as irradiações do catalisador no arranjo experimental e nas simulações do código MCNPX com fontes de Am-241 e Cs-137, possibilitaram determinar o valor médio do coeficiente de atenuação linear do catalisador de FCC ativado [cm⁻¹]. Assim, comparou-se o μ_c extraído das simulações no MCNPX com o obtido μ_c no experimento (Tabela 1). A partir dessas medidas e do valor da densidade aparente da partícula, tem-se o coeficiente de atenuação mássico para o catalisador [cm²/g]. O μ_m também foi determinado no XCOM, onde a introdução de informações relacionadas a composição química desse sólido permitiu obter tal parâmetro físico. Na Tabela 2, há comparação entre o valor de μ_m experimental, simulado no código com o extraído do XCOM.

Tabela 1: Comparação dos valores do coeficiente de atenuação linear, utilizando fonte de Am-241 e Cs-137, para o catalisador ativado.

Fonte Radioativa	Coeficiente de Atenuação Linear (cm ⁻¹)	
	Média das Simulações MCNPX	Média Experimental
Am-241	0,3115 ± 0,0003	0,3159 ± 0,0092
Cs-137	0,0638 ± 0,0001	0,0706 ± 0,0044

Tabela 2: Comparação dos valores do coeficiente de atenuação mássico, utilizando fonte de Am-241 e Cs-137, para o catalisador ativado.

Fonte Radioativa	Coeficiente de Atenuação Mássico (cm ² /g)		
	Média das Simulações MCNPX	NIST XCOM	Média Experimental
Am-241	0,3738 ± 0,0002	0,3770	0,3791 ± 0,0047
Cs-137	0,0765 ± 0,0001	0,0704	0,0847 ± 0,0053

Conclusões:

Resultados obtidos até o momento, mostram que a determinação e comparação do coeficiente atenuação para o catalisador de FCC ativado utilizando o código MCNPX, experimento e XCOM ter sido um sucesso, pois houve convergência entre os dados, principalmente nas irradiações envolvendo fonte de Am-241. No caso, dos valores calculados nas irradiações com Cs-137, apesar da pequena discrepância, os dados estão dentro da margem de erro. O próximo passo será determinar o coeficiente de atenuação linear e mássico para o catalisador de FCC em equilíbrio.

Referências:

[1] DANTAS, C. C.; MELO, S. B.; OLIVEIRA, E. F.; SIMÕES, F. P. M.; SANTOS, M. G.; SANTOS, V. A. **Measurement of density distribution of a cracking catalyst in experimental riser with a sampling procedure for gamma ray tomography.** Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 266, 841–848, 2008.

[2] OLIVEIRA, M.F.M. **Modelagem Do Transporte de Sólidos em Regime Denso em Unidade Piloto A Frio por Medição de Transmissão Gama**. Dissertação de mestrado – Departamento de Energia Nuclear – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018.