

Medidas de taxas de reação ao longo do raio da pastilha combustível no reator IPEN/MB-01

Luís Felipe Liambos Mura e Ulysses d'Utra Bitelli
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

INTRODUÇÃO

O conhecimento das taxas de reação nuclear no combustível de um reator nuclear é um problema crucial da Física de Reatores desde os anos 50, pois de seu conhecimento podemos obter informações extremamente importantes não só do ponto de vista operacional, mas também no quesito segurança. Assim, podemos determinar vários parâmetros, como taxa de queima de combustível, espectro de energia dos nêutrons e conseqüente, danos de irradiação nos vasos de pressão de reatores de potência, taxa de geração de calor, fator de pico, etc.

Um dos problemas fundamentais está na superestimação da taxa de reação de absorção dos nêutrons nas ressonâncias do ^{238}U . Em outras palavras, o problema está no cálculo das autoblindagens nestas ressonâncias calculadas através de métodos, tais como Nordheim [1] e Bondarenko [2]. Com as medidas preliminares realizadas neste trabalho nos propomos a confrontar medidas de taxas de reação ao longo do raio de uma pastilha combustível com valores obtidos através do método de Monte Carlo utilizando-se do código MCNP-4C [3].

OBJETIVO

Determinação da distribuição radial das taxas de reação de captura radioativa (n, γ) no ^{238}U ao longo de uma pastilha combustível ("pellet") com o mesmo enriquecimento das demais pastilhas do Reator IPEN/MB-01, ou seja, 4,3% em ^{235}U .

METODOLOGIA

A pastilha utilizada possui 8,49 mm de diâmetro, massa de 0,28261 gramas e espessura de apenas 0,4906 mm, sendo inserida entre as pastilhas 9 e 10, respectivamente na cota axial 185 mm, no interior de uma vareta combustível

desmontável. Esta vareta é colocada na posição central do núcleo do reator IPEN/MB-01 (posição M-14) e irradiada durante 1 hora.

A potência de irradiação foi de 100 watts com as varetas de controle retiradas 59%. A temperatura média da água, elemento moderador, medida por 12 termopares distribuídos ao longo do núcleo é de 20,6 °C. A configuração de núcleo utilizada é a configuração padrão retangular, composta de um arranjo de 28x26 varetas combustíveis.

Após a irradiação, a vareta combustível é desmontada e a pastilha de UO_2 retirada. A espectrometria gama da pastilha é realizada 17 horas após o término de sua irradiação no reator em um detector de germânio hiper-puro (HPGe).

Foram construídos diversos colimadores com diâmetros variáveis, capazes de amostrar raios diferentes da pastilha. Esses colimadores (Fig. 1) foram apoiados em uma base de lucite, juntamente com uma blindagem de 15 mm de espessura que impedia a transmissão do fotopico gama do Np-239 , centrado a energia de 276,6 keV, fora da região de interesse amostrada pelo colimador. O ^{239}Np é um radionuclídeo de meia-vida 2,335 dias proveniente do decaimento do ^{239}U meia-vida de 23 minutos, produto da reação de captura radioativa dos nêutrons no ^{238}U .

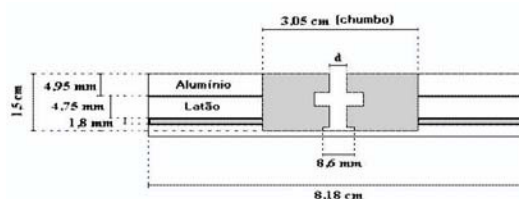


Figura 1. Colimadores e suporte

Para cada colimador foram realizadas no mínimo 32 espectrometrias gama, tendo cada uma delas a duração de 900 segundos. A fim de corrigir o decaimento radioativo, optou-se por se trabalhar com as taxas de contagem ao término da irradiação. Por fim, é construída a curva contagem integrada, parâmetro proporcional a taxa de reação, por raio da pastilha e esses valores normalizados comparados aos dados simulados.

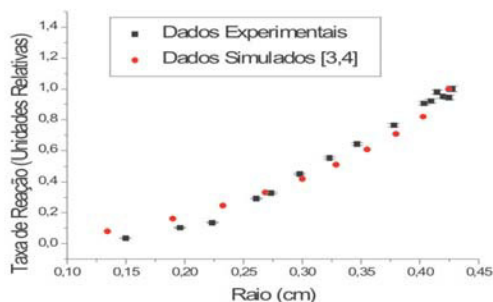


Figura 2: Taxa de Reação de captura conforme o raio da pastilha

RESULTADOS

Como esperado foi detectada uma taxa de captura mais concentrada na região próxima ao moderador.

Comparando os dados medidos relativos a taxa de reação de captura radioativa aos simulados (vide Figura 2) é possível visualizar que tanto os valores experimentais como aqueles calculados pelo MCNP-4C [3] apresentam o mesmo comportamento espacial ao longo do raio da pastilha combustível.

CONCLUSÕES

Verifica-se nestas medidas preliminares, uma superestimação dos valores calculados em relação aos medidos no interior do pellet, até o raio de 0,275 cm, decorrente da superestimação da autoblindagem nas ressonâncias do ^{238}U . À medida que nos afastamos do interior da pastilha esse fenômeno deixa de ocorrer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]NORDHEIN, L.W.; KUNIUR, G.F. A Program of Research and Calculation of Resonance Absorption. San Diego, CA, Gulf General Atomic Co., 1961.

[2]BONDARENKO, I.I. Group Constants for Nuclear Reactor. Constants Bureau, New York, NY, 1964.

[3]BRIEMEISTER, J.F; MCNP: A General Monte Carlo N-Particle Transport Code (Version-4C), Los Alamos National Laboratory, LA-13709-M, 2000.

[4]FANARO, L. Comunicação pessoal, 2006.

[5]BITELLI, U. d'U. Medida de Parâmetros Integrais no Reator IPEN/MB-01. São Paulo: 2001.Tese (doutorado) - IPEN.

APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC.