

Medidas de taxas de reação de neutrões epitérmicos e rápidos 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 é um problema fundamental na área de Física de Reatores. De seu conhecimento podemos obter informações importantes sobre a operação e segurança em um reator nuclear. Com o conhecimento preciso dessas taxas podemos determinar parâmetros tais como a taxa de queima de combustível de uma central nuclear ou determinar o espectro de energia dos nêutrons que é um parâmetro fundamental para verificar a fragilização do núcleo devido aos danos por irradiações. No quesito segurança, o conhecimento dessas taxas permite estimar de forma precisa a taxa de geração de calor, verificando se a mesma esta dentro das especificações técnicas de projeto.

Dada a grande dificuldade experimental de se medir as taxas de reação no combustível nuclear, estas são estimadas a partir de cálculos de Física de Reatores que utiliza vários programas (Ex: MCNP) e suas bibliotecas de dados nucleares associadas (ENDF, JENDL, etc). Muitos destes valores calculados se valem de cálculos de auto-blindagem nas ressonâncias do ^{238}U obtidas a partir de métodos como o de NORDHEIM [1] e BONDARENKO [2] que aparentemente superestimam a taxa de reação nuclear de captura radioativa nestas ressonâncias. Isto pode ser observado a partir da comparação de medidas do índice espectral $^{28}\rho$ com valores calculados do mesmo que sistematicamente indicam a sua superestimação [3].

OBJETIVO

Determinação da distribuição radial das taxas de reação de captura radioativa (n, γ) para nêutrons epitérmicos e rápidos no ^{238}U ao longo de um disco de UO_2 sem enriquecimento no núcleo do Reator IPEN/MB-01.

METODOLOGIA

O disco de UO_2 utilizado possui 8,49 mm de diâmetro, massa de 0,34627 gramas e espessura de apenas 0,6012 mm, sendo inserido entre as pastilhas 9 e 10, respectivamente na cota axial 94 mm, no interior de uma vareta combustível desmontável. Ao redor dessa cota é colocada uma luva de cádmio com 10 cm de altura e 0,5 mm de espessura. O cádmio tem alta seção de choque para nêutrons térmicos impedindo assim que esses atinjam o disco. Esta vareta foi colocada na posição M-15 do núcleo do reator. A potência de irradiação foi de 100 watts.

Após a irradiação, a vareta combustível é desmontada e o disco de UO_2 é retirado. A espectrometria gama é realizada em um detector de germânio hiper-puro (HPGe) e iniciada após um intervalo de tempo suficiente para que o tempo morto de contagem seja reduzido a menos de 2%. A espectrometria visa acompanhar o decaimento do ^{239}Np , ele 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 .

Foram construídos diversos colimadores com diâmetros variáveis, capazes de amostrar raios diferentes do disco. Esses colimadores (Figura 1) impedem a transmissão do fotopico gama do Np-239, centrado a energia de 276,6 keV, fora da região de interesse amostrada pelo colimador.

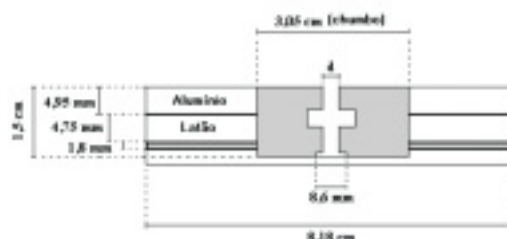


Figura 1. Colimadores e suporte

Para cada colimador foram realizadas no

mínimo 55 espectrometrias gama com duração de 600 e 900 segundos.

Por fim, é construída a curva contagem integrada, parâmetro proporcional a taxa de reação, por raio do pellet e esses valores normalizados comparados aos dados simulados.

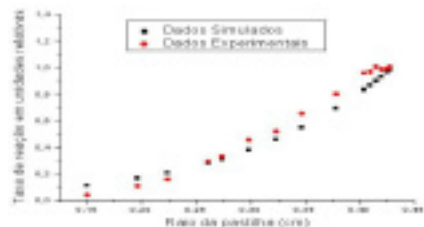


Figura 2. Gráfico comparativo de taxas de captura epitérmica e rápida entre dados experimentais e simulados

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

CONCLUSÕES

Os resultados preliminares obtidos são satisfatórios e se referem às taxas de reação de captura radioativa ao longo do raio da pastilha (disco) combustível somente para nêutrons de energias mais elevadas (epitérmicos e rápidos). A análise dos dados obtidos comparados aos simulados nos revela uma superestimação para as regiões internas e uma subestimação para as regiões externas do combustível.

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. Dissertação (doutorado) - IPEN.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIC