

Interação Química da Liga Combustível U-Mo com a Matriz de Alumínio

Guilherme Zuccolotto Soriano e Adonis Marcelo Saliba Silva
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Presentemente, com a finalidade de se diminuir o risco de proliferação militar de artefatos nucleares, procura-se transformar reatores de pesquisa do tipo HEU (combustível com alto enriquecimento) para LEU (baixo enriquecimento até 20% em U235). O programa RERTR do Departamento de Energia dos EUA estabeleceu essa meta a partir década de 80, mas para se transformar todos os reatores de pesquisa do mundo para LEU deve-se manter a produtividade dos reatores de alto fluxo neutrônico. Para isso é necessário que se desenvolvam ligas combustíveis com alta densidade ¹

Ao se pesquisar o comportamento da liga de U-Mo em dispersão de alumínio, tenta-se favorecer a formação da fase gama, para que o combustível tenha um melhor comportamento enquanto submetido a altas temperaturas e radiação. A fase gama das ligas de urânio é mais estável estruturalmente quando sofre bombardeamento neutrônico durante operação no reator nuclear.

Por outro lado, deseja-se maior densidade de urânio na liga, portanto, é necessário ter composições com as menores taxas de molibdênio possível. As ligas U-Mo, portanto, são cogitadas como possíveis na faixa de 6 a 10% de molibdênio, uma vez que têm menores quantidades de Mo e mantém uma maior quantidade de fase gama ²

A figura 1 mostra o efeito da interdifusão pesquisada no KAERI.

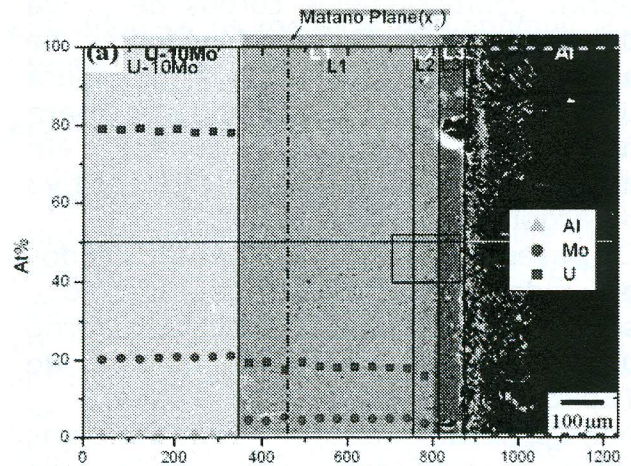


Figura 1. Efeito da interação do par U-Mo+Al após tratamento térmico (40h a 550°C) medido com MEV+EDAX.

A difusão do Al para o cerne do combustível cria diversas fases de Al na estrutura do U-Mo que provocam diminuição drástica da condutividade térmica, aumentando a temperatura no núcleo 3 do combustível, tornando a operacionalidade do reator nuclear comprometida e perigosa, uma vez que pode causar rupturas, falhas estruturais, seguidas de acidentes nucleares. ³

OBJETIVO

O processo de difusão de Al na liga U-Mo é o motivo de estudo do presente trabalho, buscando-se um melhor entendimento do comportamento interdifusional no material combustível. Analisar a interdifusão de Al ocorrida no combustível U-Mo em matriz de Al, através de tratamentos térmicos em temperaturas de 150 e 550°C, em tempos variando até 100h, simulando-se assim temperatura do cerne do reator em situações de criticalidade (150°C) e de acidente operacional

(550°C). Objetiva-se identificar as regiões de interação química minimizada de forma a se ter condições não comprometedoras para um reator de baixo fluxo neutrônico como o IEA-R1.

METODOLOGIA

Serão confeccionados corpos de prova das ligas de U-Mo em bastonetes de aproximadamente 2 x 2 x 7 mm. Será utilizado um forno de indução para fundir o alumínio (~660°C) em atmosfera neutra e ligeiramente positiva de argônio.

Os pares de difusão, serão encapsulados em vidro com atmosfera de argônio e sofrerão tratamento térmico em forno de resistência às temperaturas de 150°C e 550°C por 5h, 50h e 100h.

Após o tratamento térmico, as amostras serão analisadas por meio de microscopia de varredura (MEV) e análises químicas microestruturais qualitativas (EDAX), para análise quantitativa do desenvolvimento da difusão do Al no corpo da liga U-Mo.

Uma vez obtidos os dados experimentais do processo de difusão, será montado um esquema computacional por meio do COMSOL (software simulador tipo FEM – método de elementos finitos). para análise transiente do processo de difusão, para diversas situações.

RESULTADOS

Os pares de difusão estão sendo montados para tratamentos térmicos. Planeja-se que o desenvolvimento no período 2008-2009 seja a obtenção dos parâmetros físico-químicos da difusão e simulação de dois casos básicos de comportamento do par difusivo em uma situação de acidente nuclear (550°C) e de temperatura média desenvolvido no cerne do elemento combustível (150°C).

Assim, espera-se ter um entendimento qualitativo sobre a interação química entre o Al e a liga de U-Mo sob condições de tratamento térmico de simulação e verificação qualitativa da evolução da difusão do alumínio com o tempo e a temperatura.

CONCLUSÕES

Na atual fase do projeto, que é inicial e de revisão bibliográfica, ainda não se tem um resultado prático da proposta de estudo. A fase experimental é apenas referente a montagem dos pares de difusão através de um processo inovador e não existente ainda no contexto da literatura, que é a obtenção de pares pela fusão de um dos elementos participantes, no caso o Al.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HOFMAN, G.L.; MEYER, M.K.; NELGROVE, J.L.; DIETZ, M.L.; STRAIN, V.; KIM, K.H.; Initial Assesment of Radiation Behavior of Very-High-Density Low-Enriched-Uranium Fuels. Proc. 22nd International Meeting on Reduced Enrichment of Research and Test Reactors, Budapest, Hungary, Oct. 3-8, 1999.
- [2] PALANCHER, h.; et al. Evidence for presence of U-Mo-Al ternary compounds in the U-Mo/Al interaction layer grown by thermal annealing. J. Appl. Cryst., V.40, 2007, 1064-1075.
- [3] MEYER, M.K.; HOFMAN, G.L.; CLARK, C.R.; STRAIN, R.V.; STUART, J.R.; Metallographic analysis of irradiated RERTR-3 fuel test specimen. Proc. 2000 International meeting on reduced enrichment of reactors, Las Vegas, Nevada, Oct, 1-6, 2000, pp. 201-214.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIC