

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

A fase gama das ligas de urânio é mais estável estruturalmente quando sofre bombardeamento neutrônico durante operação no reator nuclear, por isso a fase de maior interesse para o combustível. 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 tem menores quantidades de Mo e mantém uma maior quantidade de fase gama [1].

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. [2,3]

OBJETIVO

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 criticidade (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 para que possa ocorrer a fusão do Alumínio em torno dos bastonetes. Os pares de difusão, serão encapsulados em vidro com atmosfera de argônio, 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 foram 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.

Com 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, parametrizado com os dados obtidos experimentalmente. A simulação do processo de difusão será feita para diferentes concentrações de Al no corpo da liga U-Mo, nas diferentes temperaturas e tempos.

RESULTADOS

Notou-se a formação de camadas de compostos ternários U-Mo-Al como já identificado em outros experimentos citados na literatura. Notou-se também a presença de Si em algumas camadas devido à composição do Al-1050 utilizado para a fabricação das amostras. A análise realizada através da técnica MEV

(microscopia eletrônica de varredura), pode nos proporcionar um maior entendimento do comportamento dos compostos (U-Mo e Al) após o período de aquecimento no qual ocorre a difusão dos mesmos. A análise dos gráficos obtidos nesta varredura quantificou o alumínio que migra para dentro do U-Mo durante o processo, e os resultados experimentais mostraram-se de acordo com os cálculos teóricos realizados a partir da utilização das leis de Fick, que determinam o comportamento de metais durante a difusão. As maiores concentrações de Al ocorrem próximo à superfície de interação da amostra, diminuindo com o crescimento da distância em relação a essa superfície. Algumas fases de interação U-Si foram encontradas nas amostras devido a interação com o Si contido no Al-1050.

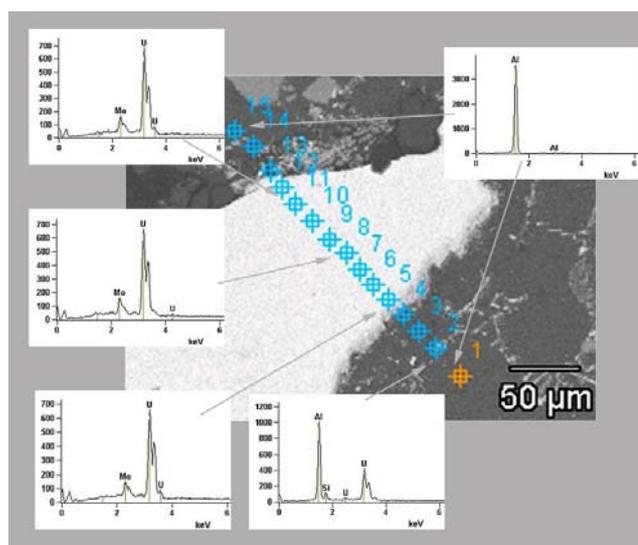


Figura 1 - Amostra de U-Mo/Al vista pelo MEV com a marcação dos pontos estudados. Os gráficos correspondem as quantidades de cada material contido em cada ponto da amostra.

CONCLUSÃO

A amostra é quase puramente fase gama, com menos de 1% em seu volume de fase alfa. Os compostos formados após o período de

aquecimento das amostras foram misturas ternárias de U-Mo-Al, (U,Mo)Al₃ e fases contendo apenas U-Si U₃Si₅, como apresentado em outras literaturas. Além destas fases também foi descoberta a existência de uma nova fase formada por Al₂Si₃U₃, que nunca fora citado em trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Palancher, H. (2007). Evidence for presence of U-Mo-Al ternary compounds in the U-Mo/Al interaction layer grown by thermal annealing. 40, 1064-1075.
- [2]Meyer, M. K., Hofman, G. L., Clark, C. R., V, S. R., & Stuart, J. R. (2000). Metallographic analysis of irradiated RERTR-3 fuel test specimen. International meeting on Reduced Enrichment of Research and Test Reactors.
- [3]Hofman, G. L., Meyer, M. K., Sbelgrove, J. L., Dietz, M. L., Strain, V., & Kim, K. H. (1999). Initial Assentment of Radiation Behavior of Very-High-Density Low-Wrriched-Uranium Fuels. 22nd International Meeting on Reduced Enrichment of Research and Test Reactors. Budapest.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Programa PIBIC/CNPq e IPEN/CNEN-SP