

Estudo da resistência à corrosão dos materiais envolvidos no sistema de armazenamento de combustível nuclear queimado (CNQ) do reator IEA-R1: Alumínio 6061 - T6 e laminado, aço inoxidável e BORALCAN.

João Victor Ricci Piovesan, Aline D'avila Gabbardo, Caruline de S. C. Machado e Isolda Costa.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

O destino final do combustível nuclear queimado (CNQ) de reator de pesquisa é uma preocupação mundial. Esse material não pode ser removido do local em menos de 10 anos, sendo necessária estocagem específica. No IEA-R1 (Reator de Pesquisa do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN) a estocagem acontece na própria piscina do reator por meio de cestos de armazenamento¹.

Os materiais empregados atualmente nesse sistema são: Aço inoxidável (suporte para os cestos) e alumínio 6061 na condição T6 (para os cestos de armazenamento e estojo do CNQ e na condição laminado nas placas de combustível). As placas são processadas como “sanduiche” pela técnica de PFT (Picture Frame Technique)². Para o aumento da atual capacidade de estocagem, se faz necessário a utilização de materiais absorvedores de nêutrons para a redução do espaço entre as estruturas de armazenamento³.

O material escolhido inicialmente foi o BORAL, entretanto observou-se a presença de bolhas, ou blisters, nesse material. Logo, o BORALCAN, material compósito de matriz metálica constituído de uma liga de alumínio (AA1100 ou AA6351), pó de B4C de grau nuclear e Ti (1-2,5%)⁴ foi escolhido. O Ti é responsável para evitar a interação do Al e B4C, formando uma microestrutura mais estável e uniforme.

O relatório da Northest Technology Corp (NETCO) e submetido à Nuclear Regulatory Commission (NRC) concluiu que o

BORALCAN é um material adequado para emprego em cestos de armazenamento². Com a utilização desse material é possível dobrar a quantidade de cestos do IEA-R1.

OBJETIVO

Objetivo desse trabalho é avaliar o comportamento de resistência à corrosão dos materiais envolvidos na nova estrutura proposta para o armazenamento do combustível nuclear queimado (CNQ) do reator de pesquisa do IPEN (IEA-R1): Aços inoxidáveis 304 e 316, alumínio AA6061-T6 e laminado e BORALCAN.

METODOLOGIA

A caracterização superficial das amostras foi realizada por metalografia e microscopia ótica (topo e transversal). O tratamento de superfície das ligas de alumínio e aço inox consiste em amostras lixadas até P800 e tratadas quimicamente (apenas para o alumínio), seguindo as etapas: Limpeza com acetona, decapagem com 10% NaOH (60°C) e neutralização em 40% HNO₃.

O método para simular o efeito de estocagem do material na piscina do reator ocorre por imersão dos metais em Becker contendo água deionizada, aquecida em estufa à 85°C por 168 h. A resistência à corrosão dos materiais foi avaliada individualmente (metais não acoplados) por polarização potenciodinâmica cíclica e por par galvânico (metais acoplados), sendo: Aço inox – BORALCAN, BORALCAN – AA6061 T6, AA6061 T6 – AA6061 laminado.

RESULTADOS

A figura 1 apresenta uma comparação das curvas de CPP para o alumínio nas condições T6 e laminados com diferentes tratamentos de superfície. As figuras 2-4 apresentam imagens da superfície dessas amostras após o ensaio de CPP e morfologia da corrosão localizada por pites.

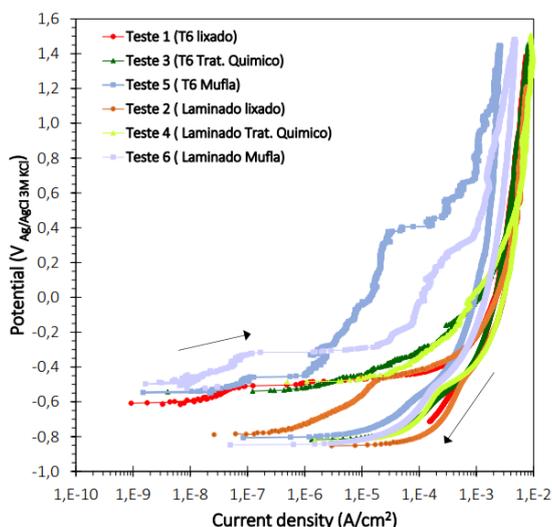


Figura 1 – Curvas de CPP.

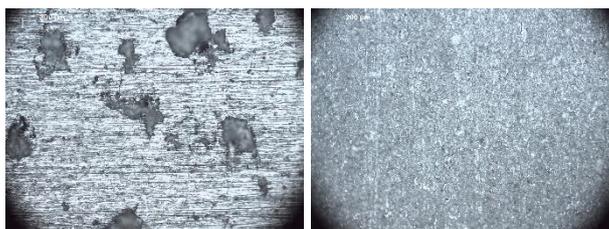


Figura 1 - Amostras A1 e L1 respectivamente.

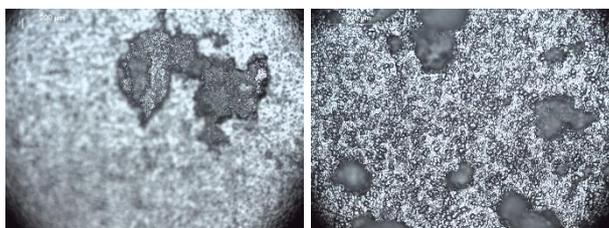


Figura 2 – Amostras A3 e L3 respectivamente.



Figura 3 - Amostras A5 e L5 respectivamente.

CONCLUSÕES

Os diferentes tratamentos de superfície, apresentam resultados distintos de resistência à corrosão. As amostras A1 e L1, apenas lixadas, apresentaram uma maior quantidade de pites em relação as demais amostras após os ensaios CPP. As amostras A3 e L3, apenas o tratamento químico, apresentam menos pites, mas com maiores profundidades. Já as amostras A5 e L5, que foram levadas a estufa, apresentam formação de uma camada de coloração marrom. Nessas amostras, observou-se pites pontuais após os ensaios CPP. Além disso, as amostras A5 e L5 apresentaram maiores potenciais de corrosão localizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Rodrigues ACI. Estudo e projeto de novos cestos com boro para o armazenamento de elementos combustíveis queimados do reator IEA - R1. 2016.

[2] Milagre MX, Donatus U, Mogili N V., et al. Effects of Picture Frame Technique (PFT) on the corrosion behavior of 6061 aluminum alloy. J Nucl Mater. 2020;539. doi: 10.1016/j.inucmat.2020.152320

[3] Jung Y, Lee M, Kim K, Ahn S. 10B(n, α)7Li reaction-induced gas bubble formation in Al-B4C neutron absorber irradiated in spent nuclear fuel pool. J Nucl Mater. 2020;533: 152077. doi:10.1016/j.jnucmat.2020.152077

[4] Laurin J, Eng P. Improved Boracan TM MMC Materials for Elevated Temperature Applications. In: 18th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials PATRAM 2016. Kobe; 2016:1-15.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Agradecimento ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto de Iniciação Científica sob o nº: 113137/2022-2.