

INVESTIGAÇÃO DA FUSÃO E CONSOLIDAÇÃO DE CAVACOS DE ZIRCALOY – ANÁLISE SOBRE OS FENÔMENOS NO ARCO ELÉTRICO

C. S. Mucsi, R. N. Faria, E. Galego, J. L. Rossi
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária, São Paulo - SP, CEP 05508-000
csmuksi@net.ipen.br
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo investigar a consolidação de cavacos de usinagem da família de ligas Zircaloy em forno protótipo VAR, propondo uma tecnologia nova para a sua reciclagem e a viabilização da aplicação e impactos econômicos e sociais dessa tecnologia. Os estudos visam viabilizar o teste e a otimização de novos dispositivos acoplados ao protótipo VAR existente, a determinação de condições ideais de operação e análise de sinais elétricos do arco durante a fusão para a viabilização de um sistema automatizado de aquisição de dados e controle automatizado para a operação do protótipo VAR modificado.

Palavras-chaves: Zircaloy, VAR, reciclagem, caos, controle.

INTRODUÇÃO

As usinas nucleares Angra I e II utilizam reatores do tipo PWR (*pressurized water reactor*), cujo combustível é produzido no Brasil pela INB, Indústrias Nucleares do Brasil instalada em Rezende - RJ. Basicamente o combustível constitui-se de pastilhas cerâmicas cilíndricas de UO_2 enriquecido, adequadamente encapsuladas por tubos redondos tampados, adequadamente distribuídos por uma grade espaçadora. A escolha da família de ligas Zircaloy foi feita pela sua baixa seção de choque para neutrons térmicos, sua elevada resistência mecânica e à corrosão na temperatura de operação do reator. A composição das ligas da família Zircaloy é apresentada na tabela I.

Tabela I. Composição química das ligas Zircaloy 2 e Zircaloy 4 (% em peso)⁽¹⁾.

Elemento	Zr	Sn	Fe	Cr	Ni	O	Hf
Zircaloy 2	balanço	1,2-1,7	0,07-0,20	0,05-0,15	0,03-0,08	0,12 típico	< 1000 ppm
Zircaloy 4	balanço	1,2-1,7	0,18-0,24	0,07-0,13	-	0,12 típico	< 1000 ppm

- Não contém.

Durante o processo de fabricação dos elementos combustíveis quantidades importantes de cavacos de Zircaloy são produzidas, principalmente na usinagem por torneamento. Para os cavacos de zircônio, estes são queimados⁽¹⁾. No caso brasileiro, o Zircaloy é importado tornando o aproveitamento de cavacos um fator a ser considerado na diminuição dos custos de desenvolvimento e produção de partes para os elementos combustíveis.

Em meados da década de 1990 desenvolveu-se no IPEN um projeto de construção de um protótipo de forno VAR (*vacuum arc remelting*). Este protótipo viabilizou as facilidades para os estudos dos fenômenos envolvidos na fusão e na solidificação para pequenas quantidades de material de eletrodo⁽²⁾, notadamente o aço AISI 304.

Visando encontrar uma solução para o aproveitamento dos cavacos de Zircaloy e a viabilização da automação do processo, conjuntos de experimentos foram projetados. A fusão de ligas com alto ponto de fusão baseadas em materiais reativos demanda cuidados de processamento. Um dos processos que mais se adequou à produção em massa foi o processo VAR, devido à proteção da atmosfera e pela alta densidade de energia concentrada no arco elétrico. Este processo vem sendo

3400 - 3406

10082