

Caracterização Microestrutural e Eletroquímica do Aço Inoxidável Lean Duplex UNS32304 Soldado pelo Método FSW (Friction Stir Welded)

Victor Hugo Ayusso, Maysa Terada e Isolda Costa
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

O aço inoxidável lean duplex UNS 32304 apresenta boas propriedades físicas e mecânicas, excelente resistência à corrosão e boa soldabilidade [1-3].

A soldagem por atrito com pino não consumível (SAPNC) ou Friction Stir Welding (FSW) é um processo de união (mistura) no estado sólido desenvolvido em 1991 [4], em que o material ao longo do cordão de solda é aquecido e misturado plasticamente através da rotação de um pino não consumível [5]. As vantagens do processo resultam do fato de que o processo FSW mistura as fases sólidas a uma temperatura de aproximadamente 70% do ponto de fusão e não permitem a precipitação de fases devido ao rápido resfriamento. Este processo tem sido estudado para aplicações em tubos de petróleo/gás e indústria aeroespacial, e produz zonas com microestruturas e propriedades únicas que são muito diferentes das observadas em soldagens por processos convencionais.

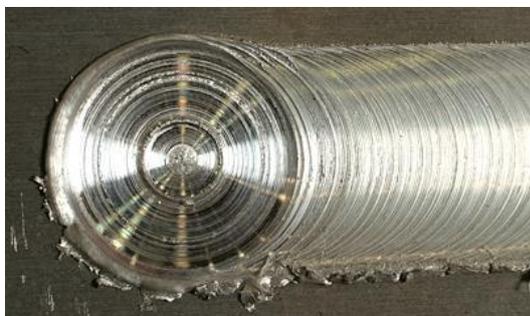


Figura 1. Solda FSW

OBJETIVO

Avaliar a resistência à corrosão do aço inoxidável lean duplex UNS S32304

soldado por atrito com pino não consumível através das diferentes zonas geradas pelo processo, correlacionando a microestrutura e mesoestrutura ao comportamento de resistência à corrosão e ao desempenho das juntas soldadas.

METODOLOGIA

As placas de 350 mm (C) 70 mm (L), 1,8 mm (E) de aço inoxidável duplex UNS32304 foram soldadas pelo processo FSW, nesse processo um pino de comprimento 1,8mm de policristalino nitreto de boro cúbico (60% NBPC-40% WRe / 25% Re) é rotacionado juntamente a um ombro de 25 mm que amolecem e espalham o aço formando o cordão de solda. A velocidade de rotação utilizada foi de 200 rpm e a velocidade de avanço da solda foi de 100mm / min. As amostras foram retiradas a partir do metal base (MB) e da zona misturada (ZM), em que o material foi processado pela ferramenta, todas as amostras foram embutidas em baquelite e tinham a área de 1 cm². Algumas amostras foram lixadas e polidas até 1 µm, imersas em uma solução de ácido Behara Modificado (20 mL de ácido clorídrico, 80 mL de água destilada e 1g de metabissulfito de potássio; a esta solução em estoque, foram adicionados 2 g de bifluoreto de amônio) ,à temperatura ambiente por 20 s e depois observadas no microscópio óptico.

A resistência à corrosão das diferentes amostras foi determinada utilizando espectroscopia de impedância eletroquímica e curvas de polarização anódicas. Todos os testes foram realizados em uma solução de NaCl a 3,5%, à temperatura ambiente, utilizando uma célula de três eletrodos de

configuração, utilizando um fio de platina como contra eletrodo, um eletrodo de Ag / AgKCl como eletrodo de referência e a amostra como eletrodo de trabalho.

A quantidade de ferrita de cada amostra foi medida usando um ferritoscópio e os resultados foram correlacionados com a resistência à corrosão.

RESULTADOS

As microestruturas da zona misturada mostrou a presença de grãos equiaxiais finos, mais pronunciadas na fase austenita, devido à uma maior taxa de difusão da ferrita.

A quantidade de ferrita foi medida em todas as amostras. Amostras de MB e ZM apresentaram aproximadamente a mesma quantidade de ferrita, o que sugere que o FSW não diminui a quantidade de ferrita, em contraste com os processos de soldagem tradicionais.

Os resultados eletroquímicos indicam a presença de um óxido de elevada estabilidade na superfície do aço inoxidável lean duplex soldado por FSW não somente no metal de base, mas também na zona misturada das amostras. Todos os diagramas de fase de Bode apresentaram dois picos associados com a camada de óxido formada sobre a superfície e o processo de transferência de carga. No entanto, a resistência à corrosão das amostras da zona misturada são menores em comparação ao metal base.

CONCLUSÕES

As juntas soldadas por FSW apresentaram quantidades de ferrita similares às do metal de base.

Os testes eletroquímicos indicaram elevada estabilidade da camada de óxido sobre a superfície das amostras, mas também menor resistência à corrosão localizada das juntas soldadas em comparação com o metal de base.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Thomas, W.M. et al, U.S. Patent No. 5,460,317.
- [2] Ellis, M. and Strangwood, M., TWI Bull., Vol. 6, (1995), pp. 138–146.
- [3] Magnani, M. et al, “ Microstructural and Electrochemical Characterization of Friction Stir Welded Duplex Stainless Steels”, Int. J. Electrochem. Sci., 9 (2014) 2966 – 2977
- [4] Thomas, W.M. et al, U.S. Patent No. 5,460,317.
- [5] Ellis, M. and Strangwood, M., TWI Bull.,6 (1995) 138–146.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Os autores reconhecem CNEN pelo apoio financeiro a Victor Hugo Ayusso, CAPES pelo apoio financeiro a Dr. Maysa Terada e à Petrobras pelo fornecimento de amostras.