

CARACTERIZAÇÃO POR RUÍDO MAGNÉTICO DE BARKHAUSEN DO AÇO SUPERDUPLEX UNS 32750 ENVELHECIDO TERMICAMENTE

III Congresso Online de Engenharia de Materiais. inscrições encerradas, 4^a edição, de 27/04/2021 a 30/04/2021
ISBN dos Anais: 978-65-89908-00-5

RANGEL; Cintia de Lima¹, FARNEZE; Humberto Nogueira², PARDAL; Juan Manoel³, NORIS; Leosdan Figueiredo⁴

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO POR RUÍDO MAGNÉTICO DE BARKHAUSEN DO AÇO SUPERDUPLEX UNS 32750 ENVELHECIDO TERMICAMENTE

RANGEL, Cíntia de Lima¹ - Engenheira Mecânica
FARNEZE, Humberto Nogueira² - Doutor em Engenharia Mecânica
PARDAL, Juan Manoel³ - Doutor em Engenharia Mecânica
NORIS, Leosdan Figueiredo⁴ - Doutorando em Engenharia Mecânica

RESUMO

Os aços inoxidáveis superduplex (AISD), aliam excelentes propriedades devido a sua característica bifásica, proporcionando um aumento da resistência mecânica e a corrosão. Diante destas propriedades sua atuação tem se ampliado e as pesquisas relacionadas estão em continua evolução de maneira a atender as necessidades requeridas pelas indústrias, em especial as petroquímicas. Entretanto, a exposição a elevadas temperaturas de serviço pode conduzir ao desbalanço microestrutural e a precipitação de fases deletérias, resultando em um decréscimo das propriedades mencionadas. Por esta razão, avaliações não destrutivas determinando a presença de fases deletérias são de grande utilidade para avaliar a integridade deste material. Neste contexto, o presente trabalho analisou os efeitos das mudanças microestruturais produzidas no aço inoxidável superduplex UNS 32750 quando envelhecido à 450°C, 550°C e 650°C por um período de 24 horas, utilizando medições eletromagnéticas pelo uso do Ruído Magnético de Barkhausen convencional (RMB). Os resultados obtidos indicaram que os aumentos da temperatura de exposição promoveu uma possível formação progressiva de fases intermetálicas em relação ao material não envelhecido. Desta forma, os resultados irão contribuir no sentido da consolidação de diretrizes confiáveis na caracterização microestrutural não destrutiva desta família de aço inoxidáveis de modo que esta técnica possa ser empregada como ferramenta de controle da qualidade na construção e montagens de tubulações e equipamentos de processo.

Palavras-chave: UNS 32750, Envelhecimento Térmico, Ruído Magnético de Barkhausen.

ABSTRACT

Super duplex stainless steels (AISD) combine excellent properties due to their biphasic characteristic providing an increase in mechanical resistance and corrosion. In view of these properties, its performance has expanded and related research is constantly evolving in order to meet the needs required by industries especially

¹ CEFET/RJ, cintiarangel@rocketmail.com

² CEFET/RJ, humberto.farneze@cefet-rj.br

³ UFF, juanmanuelpatal@yahoo.com.br

⁴ UFF, leosdannoris@gmail.com

petrochemicals. However exposure to high service temperatures can lead to microstructural imbalance and the precipitation of harmful phases resulting in a decrease in the mentioned properties. For this reason, non-destructive assessments determining the presence of harmful phases are of great use in assessing the integrity of this material. In this context, the present work analyzed the effects of microstructural changes produced in UNS 32750 super duplex stainless steel when aged at 450°C, 550°C and 650°C for a period of 24 hours, using electromagnetic measurements using the conventional Barkhausen Noise (RMB). The results obtained indicated that the increases in the exposure temperature promoted a possible progressive formation of intermetallic phases in relation to the non-aged material. In this way, the results will contribute towards the consolidation of reliable guidelines in the non-destructive microstructural characterization of this stainless steel family so that this technique can be used as a quality control tool in the construction and assembly of pipes and process equipment.

Keywords: UNS 32750, Thermal aging, Magnetic Barkhausen Noise.

INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis duplex, combinam características microestruturais, fracionais e análogas quanto às proporções de austenita e ferrita d, aliado a uma boa resistência à corrosão e a alta resistência mecânica. Os primeiros tipos de aços eram ligas de cromo, molibdênio e níquel, criados especificamente para corrigir os problemas de corrosão intergranular e, consequentemente apresentar um melhor desempenho do material em atribuição a estes elementos, uma maior resistência à corrosão por pites e em frestas, quando comparados a aços austeníticos da série 300. Suas propriedades físicas garantem um melhor rendimento quando utilizados em ambientes altamente corrosivos e também possui uma boa tenacidade e ductilidade. O trabalho descrito estabelece como critério avaliativo o estudo e o aprimoramento de tecnologias voltadas a análise dos efeitos do envelhecimento termico na microestrutura do aço inoxidável superduplex UNS 32750. Neste enquadramento podemos definir que a aplicação de técnicas não destrutivas (END) que tem um papel primordial para avaliação microestrutural do material, como a utilização da técnica de Ruído Magnético de Barkhausen (RMB). O uso de caracterizações não destrutivas, determinando a presença de fases intermetálicas deletérias, são de grande utilidade para avaliação da integridade dos aços inoxidáveis, visto que, o resultado dos processos de segregação e precipitação, principalmente as fases submicroscópicas podem ser detectadas por tais técnicas [1,2]. Desta forma, se torna relevante a necessidade de buscar um melhor norteamento sobre a integridade do aço UNS 32750, quando submetidas às altas temperaturas, através da aplicação de técnicas não destrutivas, tais como medidas eletromagnéticas, contribuindo para uma melhor consolidação da utilização deste aço em equipamentos e componentes aplicados na indústria do petróleo.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizadas amostras do aço inoxidável superduplex UNS 32750. A Tabela 1 mostra a composição química do aço inoxidável analisado, conforme dados do fabricante.

Tabela 1: Composição química do material analisado (% em peso). (%Fe em balanço).

¹ CEFET/RJ, cintiarangel@rocketmail.com

² CEFET/RJ, humberto.farneze@cefet-rj.br

³ UFF, juanmanuelpatal@yahoo.com.br

⁴ UFF, leosdanfnoris@gmail.com

Os envelhecimentos térmicos foram realizados em um forno tipo mufla, nas temperaturas de 450°C, 550°C e 650°C, por um período de 24 horas, com posterior resfriamento em água. É ressaltado que estas condições foram comparadas à condição da amostra como recebida (CR), ou seja, sem tratamento de envelhecimento. Os envelhecimentos foram realizados nestas temperaturas porque podem ser atingidas em algumas aplicações do aço UNS 32750. A caracterização não destrutiva baseada em medidas eletromagnéticas foi por medidas do Ruído Magnético de Barkhausen (RMB), empregando-se um equipamento portátil denominado "BarkTech" [3,4]. As medições foram realizadas a partir da geração de uma onda magnética senoidal de 10Hz com amplitude de excitação de 3,5 A. Destaca-se que a bobina leitora foi responsável pela detecção do sinal de RMB (V) e que a saída do sensor de RMB foi amplificada por meio de filtro passa-banda com intervalo de corte de 2 a 150kHz. Cada medida foi composta por sinais de RMB gerados em dois ciclos completos de magnetização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados das medidas encontradas nas medições pelo Ruído Magnético de Barkhausen (RMB) para cada condição de envelhecimento térmico analisada. É possível verificar a queda da amplitude do sinal do RMB (V) com o aumento da temperatura de envelhecimento. Tal ocorrência está associada a possível decomposição da ferrita δ e a precipitação de fases intermetálicas paramagnéticas, podendo corresponder a sigma (σ), chi (χ) e carbeto M23C6 [5]. Nota-se uma pequena variação da amplitude do sinal da amostra envelhecida à 450°C em relação à CR, indicando que ocorreu uma pequena variação no teor de ferrita d entre estas condições. A amplitude do sinal RMB (V) reduziu bastante na amostra envelhecida à 650°C, possivelmente pela existência de uma menor fração volumétrica de ferrita d e maior precipitação de fases intermetálicas paramagnéticas.

(PDF anexo)

Figura 1: Sinais do RMB nas condições analisadas. (a) Como recebido (CR), (b) Envelhecido à 450°C, (c) Envelhecido à 550°C e (d) Envelhecido à 650°C.

CONCLUSÕES

O presente estudo, que teve como objetivo avaliar os efeitos das alterações microestruturais produzidas no aço inoxidável UNS 32750 quando envelhecido à 450°C, 550°C e 650°C por um período de 24 horas, utilizando técnicas não-destrutivas através medições do Ruído Magnético de Barkhausen (RMB), revelou que:

- O decréscimo na amplitude do sinal de RMB (V), com o aumento da temperatura de envelhecimento, possivelmente está relacionado ao menor teor de ferrita δ e a precipitação progressiva de fases intermetálicas paramagnéticas, tais como chi (χ), sigma (σ) e carbeto M23C6.
- O envelhecimento à 450°C sugere a indicação de pouca decomposição da ferrita d , devido a pequena variação da amplitude do sinal de RMB (V) em relação a amostra como recebida.
- As medições magnéticas através do uso da técnica de Ruído Magnético de Barkhausen, como avaliação não destrutiva, se mostrou relevante como análise da

¹ CEFET/RJ, cintiarangel@rocketmail.com

² CEFET/RJ, humberto.farneze@cefet-rj.br

³ UFF, juanmanuelpardash@yahoo.com.br

⁴ UFF, leosdanfnoris@gmail.com

REFERÊNCIAS

- [1] O'SULLIVAN, D.; COTTERELL, M.; MESZAROS, I. The characterisation of work-hardened austenitic stainless steel by NDT micro-magnetic techniques. *NDT & E International*, 37(4), pp. 265–269, 2004.
- [2] VÉRTESY, G., MÉSZÁROS, I., & TOMÁŠ, I. Nondestructive indication of plastic deformation of cold-rolled stainless steel by magnetic minor hysteresis loops measurement. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 285(3), pp. 335–342, 2005.
- [3] DENG, Y.; LI, Z.; CHEN, J.; QI, X. The effects of the structure characteristics on Magnetic Barkhausen noise in commercial steels. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, v. 451, pp. 276-282, 2018.
- [4] NORIS, L. F.; PADOVESE, L. R.; TAVARES, S. S. M.; PARDAL, J. M. Continuous Scanning Technique with Barkhausen Magnetic Noise for Carbon Steel Sheets. *Materials Research*, 22(1). doi:10.1590/1980-5373-mr-2018-0366.
- [5] HUALLPA, E. A.; MONLEVADE, E. F.; CAPÓ SÁNCHEZ, J.; CAMPOS, M. A.; PADOVESE, L.; GOLDENSTEIN, H. Use of Magnetic Barkhausen Noise (MBN) to Follow Up the Formation of Sigma Phase in Saf2205 (UNS S31803) Duplex Stainless Steel. *Materials Research*, 19(5), pp.1008–1016, 2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Instituições pelo apoio prestado na execução do presente trabalho: Ao CEFET/RJ e a UFF – Universidade Federal Fluminense pelo suporte experimental.

PALAVRAS-CHAVE: UNS 32750, Envelhecimento Térmico, Ruído Magnético de Barkhausen