

Nº 172835

Medição de transformações microestruturais na superfície do aço inoxidável austenítico ISO 5832-1 gravado por laser

**E.F. Pieretti
Ramon Valls Martins
Zehbour Panossian
R.L. Ciuccio
M.D.M. Neves**

*Resumo expandido apresentado no
Congresso Ibero-Americano de Superfície,
Materiais e Aplicações de Vácuo, 1., Natal,
2014.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

MEDIÇÃO DE TRANSFORMAÇÕES MICROESTRUTURAIS NA SUPERFÍCIE DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO ISO 5832-1 GRAVADO POR LASER

E. F. Pieretti¹, R. V. Martin^{2*}, Z. Panossian², R. L. Ciuccio³, M. D. M. Neves¹

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária – 05508-000, São Paulo, Brazil

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – 05508-901, São Paulo, Brazil

³ SIN Sistema de Implante, Av. Vereador Abel Ferreira 1100, Jardim Anália Franco - 03340-000, São Paulo, Brazil

E-mail: ramon@ipt.br

Uma grande parcela das marcações superficiais de sinais de referência e caracteres de identificação em artefatos fabricados com aços inoxidáveis austeníticos é feita atualmente com equipamentos de gravação a laser. A durabilidade de instrumentos cirúrgicos, brocas e próteses com este tipo de gravação é menor do que aquela que utiliza métodos convencionais de gravação com ferramentas de corte. Isto ocorre, pois há uma transformação microestrutural da superfície do aço austenítico proveniente do aumento de temperatura gerada pela energia do feixe laser. A região gravada torna-se mais susceptível à corrosão durante os procedimentos de esterilização em autoclave. Como a fase austenítica é paramagnética, mas a fase alterada é ferromagnética, foi utilizado um método magnético para identificar esta transformação. A quantidade de material alterado é diminuta, e assim o método magnético deve ser extremamente sensível. Para tanto, foi montado um dispositivo para medir a susceptibilidade magnética estática com o uso de uma balança analítica.

Palavras-chave: Biomateriais, gravação laser, propriedades magnéticas.

Introdução

O aço inoxidável austenítico ABNT NBR ISO 5832-1 (ASTM F138 ou ASTM F139) vem sendo amplamente utilizado como biomaterial na confecção de dispositivos médicos implantáveis para substituição temporária ou permanente de estruturas ósseas, devido à combinação de propriedades que lhe asseguram elevada resistência à corrosão e ao desgaste, bem como biocompatibilidade [1]. Uma implicação da norma é a ausência da fase magnética (ferrita delta), que poderia acarretar em problemas aos pacientes portadores de marca-passo e, mesmo causar distorções em exames de ressonância magnética. A composição química típica deste aço é:

C	Mn	P	S	N	Cr	Mo	Ni	Cu	Si	Fe
0,03 máx.	2,0 máx.	0,025 máx.	0,010 máx.	0,10 máx.	17,0-19,0	2,25-3,0	13,0-15,0	0,50 máx.	1,0 máx.	Balanco

Os biomateriais usados em próteses e implantes, bem como em instrumental cirúrgico recebem gravações na superfície, que tem por finalidade a identificação do produto. As técnicas mais comuns são: mecânicas, químicas e por feixe de raios laser, sendo esta última a mais usada, por apresentar alta reprodutibilidade, nitidez, rapidez, limpeza, possibilidade de gravar grande variedade de caracteres em diferentes tipos de superfície e sem desgaste para a ferramenta. Entretanto, uma diminuição da resistência à corrosão localizada foi evidenciado por Pieretti et al. [2], mesmo quando comparando a técnica de marcação por laser à técnica mecânica, onde há a retirada de material por usinagem [3]. Casos clínicos de ferramental degradado por esterilização em autoclave também foram relatados.

Este trabalho tem por finalidade investigar alterações nas propriedades magnéticas do aço inoxidável austenítico ISO 5832-1, que indicam a formação de ferrita.

Procedimento experimental

Corpos de prova (CPs) de aço inoxidável austenítico ISO 5832-1 foram usinados no formato de discos e gravados em uma das faces planas com laser de fibra óptica. Outros CPs retangulares foram texturizados com um laser de Nd:YAG de femtossegundos, como mostra a figura 1. A figura 2 mostra a ação do laser na superfície do aço. A permeabilidade magnética relativa (μ_r) dos CPs foi medida com auxílio de um dispositivo constituído por um ímã posicionado sobre um pedestal, que é apoiado no prato de uma balança analítica (balança de permeabilidade) [4]. A força magnética exercida pelo CP sobre o ímã altera a leitura do peso.

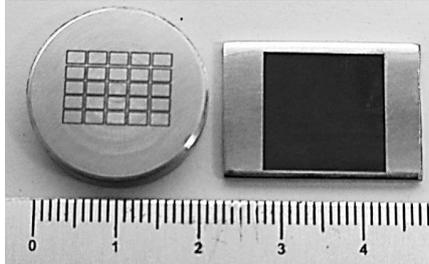


Figura 1: CPs gravados e texturizados.

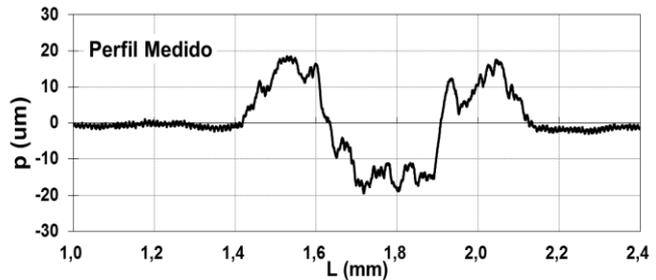


Figura 2: Perfil transversal de uma única linha gravada.

Esta propriedade foi medida antes e depois da gravação, utilizando um ímã de NdFeB cúbico de 6,3 mm de aresta com momento magnético de $m_d = 0,2518 \text{ Am}^2$. Um CP não foi gravado, e foi mantido como referência para o ajuste do equipamento de medição antes de cada caracterização magnética. Parâmetros do laser foram alterados para cada CP.

Resultados e discussão

A força magnética média medida sobre o ímã de $-1,47 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ (150 mg na leitura da balança), indica uma permeabilidade $\mu_r = 1,00313$ para o material de base (material paramagnético). A gravação nos discos aumenta esta força em 1% (face gravada voltada para o ímã) com $\mu_r = 1,00317$. No caso dos CPs texturizados o efeito é mais intenso, com a variação da força chegando a 5 %, e $\mu_r = 1,00329$. As medidas são muito sensíveis em relação à distância entre o ímã e o CP, e ao seu estado de magnetização inicial.

Apesar da camada alterada pelo laser ser inferior a 20 μm , ainda assim é possível detectar fases ferromagnéticas (ferrita) pelo aumento na permeabilidade magnética. A ação térmica do feixe na superfície do aço austenítico provoca modificações microestruturais ou mudanças localizadas de composição química que tornam a superfície mais susceptível aos eletrólitos, água e calor. A ruptura da camada de óxido de Cr também pode tornar a corrosão mais acentuada nesta região devido à precipitação de carbonetos de Cr ou diminuição do teor de N, que tem efeito austenitizante. No trabalho completo serão apresentados resultados de novos ensaios para verificação de possíveis processos de corrosão em contornos de grão.

Referências

- [1] BUSS GAM; DONATH KS; VICENTE MG; Utilização de aços inoxidáveis em implantes, BIT-Boletim Informativo de Tecnovigilância, Brasília, Número Especial, dez 2011.
- [2] PIERETTI, E. F.; MANHABOSCO, S. M.; DICK, L. F. P.; HINDER, S.; COSTA, I.; Localized corrosion evaluation of the ASTM F139 stainless steel marked by laser using scanning vibrating electrode technique, X-ray photoelectron spectroscopy and Mott-Schottky techniques, *Electrochimica Acta*, v. 124, p. 150 – 155, 2014.
- [3] PIERETTI, E. F.; COSTA, I.; Surface characterisation of ASTM F139 stainless steel marked by laser and mechanical techniques, *Electrochimica Acta*, v. 114, p. 838 – 843, 2013.
- [4] R. V. MARTIN; R. R. DIAS; I. ARRUDA; Magnetismo em padrões de massa de elevada qualidade, Congresso de Qualidade em Metrologia-ENQUALAB, S. Paulo, jun. 2009.