

IMPLANTAÇÃO IÔNICA POR IMERSÃO EM PLASMA DE NITROGÊNIO NO INTERIOR DE TUBO.

Michel Felipe Lima de Araújo^{1*}; Celso Israel Fornari¹; Mário Ueda¹; Rogério de Moraes Oliveira¹; Matheus Novaes Ferreira da Silva¹.

¹ LAP – Laboratório Associado de Plasma

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Avenida dos Astronautas, 1.758 – CEP 12227-010 – São José dos Campos, SP, Brasil.

Este trabalho consistiu em estudar as alterações superficiais ocorridas no interior de um tubo de aço inoxidável (AISI 304) tratado por meio da técnica de Implantação Iônica por Imersão em Plasma (3IP de nitrogênio). Com o objetivo de investigar as mudanças nas propriedades físicas e químicas, foram utilizadas as técnicas de: Microscopia de força atômica (AFM), para evidenciar as diferenças superficiais e aumento da rugosidade da superfície interna do tubo após tratamento; Difração de raios-X (DRX), para investigar a formação de novas fases, como por exemplo, a austenita expandida e medidas de “rocking curve” utilizando um Difratômetro de raios-X de alta resolução (HRXD) para averiguar implantação de nitrogênio; Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) com EDS, para identificar e quantificar, em escala microscópica, a porcentagem de nitrogênio implantado em determinada profundidade; e por fim a tribologia para realização de testes de desgaste. Os resultados obtidos evidenciaram aumento de rugosidade na superfície interna do tubo e a presença de uma nova fase (austenita expandida) comprovando a implantação de nitrogênio no interior do tubo com a profundidade de até um micrometro.

1-Introdução

Os materiais em contato com o ambiente externo seja ele agressivo ou não, tem a sua superfície como região mais vulnerável aos fatores de degradação, como a corrosão e desgaste, por exemplo. A opção por uma tecnologia de modificação de superfície mais adequada depende de alguns fatores, tais como: o tipo de aplicação ao qual o material se destina; tempo e temperatura de processamento; pressão do gás de trabalho; custos, dentre outros. De um modo geral, os tratamentos não se limitam apenas à região próxima à superfície, como podem afetar também o substrato, como por exemplo, quando há formação de novas fases devido as sucessivas mudanças de temperatura, a qual o material é submetido [BURAKOWSKI, 1999]. Para este trabalho foi utilizada a técnica de Implantação Iônica por Imersão em Plasma (3IP) para o tratamento superficial no interior de um tubo metálico.

2-Parte Experimental

Foram preparadas 3 amostras de aço inoxidável polidas, e 2 de silício, as quais foram colocadas no interior do tubo, como mostra a (Figura 1). Primeiramente foi realizada a limpeza no interior do tubo durante 10 min com gás Argônio a uma pressão de $3,3 \times 10^{-2}$ mbar. O tempo de tratamento foi de 1h, com os seguintes parâmetros de 3IP: corrente no primário do pulsador 70 A; largura de pulso 30 μ s; frequência 1 kHz; pressão de trabalho de $4,4 \times 10^{-2}$ mbar e temperatura do tubo no final do tratamento 350 °C. O pulso para implantação foi de 3 kV e 5A.

3-Resultados e Discussões

A partir da análise feita por difração de raios-X (Figura2), nas amostras 1,2 e 3 ocorreu a formação da austenita expandida (γ_N) que pode ser evidenciada pela presença de picos alargados e deslocados para a esquerda do pico de Fe γ (111), como resultado da distorção da rede cristalina provocada pela supersaturação com nitrogênio. O

* Autor Correspondente: michellfisico@gmail.com

Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) evidenciou, em % atômica, nitrogênio implantado em uma profundidade de até 1µm, como pode ser visto na Tabela 1. O aumento na rugosidade (Figura3) no interior do tubo passou de ($R_a = 3,66$ nm) na amostra sem tratamento para ($R_{a1} = 6,87$ nm, $R_{a2} = 9,60$ nm, $R_{a3} = 7,60$ nm) nas amostras tratadas.



Fig. 1 – Tubo de aço inox com 11 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento.

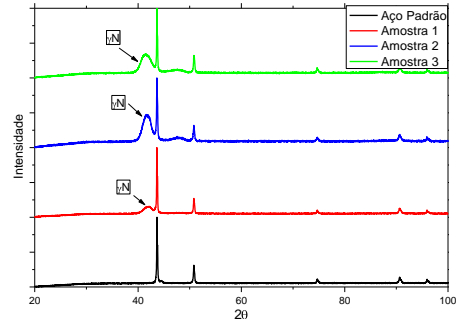


Fig. 2 – Espectros de Difração de Raios-X, das amostras tratadas e não tratada.

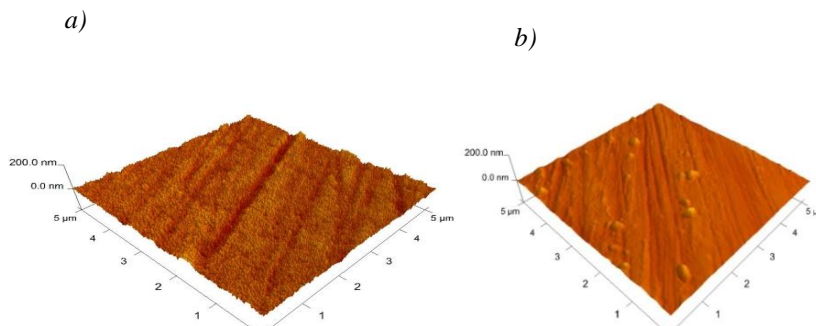


Fig. 3- Rugosidades nas superfícies das amostras – a) Após tratamento (amostra 2) b) Sem tratamento.

Tabela 1- Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) com EDS.

Amostras	% atômico Nitrogênio	Erro ± %
Sem tratamento	0	0
1	18,57	1,44
2	26,53	1,76
3	25,69	1,77

4-Conclusão:

A partir da análise dos dados, foi possível verificar o surgimento de uma nova fase, austenita expandida e um aumento da rugosidade no interior do tubo. Tais mudanças melhoram as propriedades mecânicas do material, como a sua dureza e resistência ao desgaste.

5-Referências:

BURAKOWSKI, T.; WIERZCHON, T. Surface engineering of metals: principles, equipment, technologies. Boca Raton: CRC Press, 1999.

* Autor Correspondente: michellfisico@gmail.com