

MELHORAMENTO DAS PROPRIEDADES SUPERFICIAIS POR IMPLANTAÇÃO IÔNICA TRIDIMENSIONAL

Fabricio Luiz Silveira¹, Mario Ueda², Luiz Ângelo Berni³, Landulfo Silveira Jr.⁴

¹ Universidade do Vale do Paraíba / Faculdade de Ciências da Saúde, Av. Shishima Hifume, 2911, fabricio@univap.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Laboratório Assossiado de Plasma, Av dos Astronautas, 1758, ueda@plasma.inpe.br

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Laboratório Assossiado de Plasma, Av dos Astronautas, 1758, berni@plasma.inpe.br

⁴ Universidade do Vale do Paraíba / Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Av. Shishima Hifume, 2911, landulfo@univap.br

Resumo

O processo de Implantação Iônica Tridimensional (IIT) se baseia nos fundamentos do tratamento superficial por Implantação Iônica por Imersão em Plasma (IIIP ou 3IP). Neste processo a amostra/peça a ser tratada é completamente imersa em um plasma composto de gás ionizado, a amostra/peça é submetida a pulsos negativos de alta voltagem. Estes pulsos de alta voltagem fazem com que os íons presentes no plasma sejam atraídos pela amostra/peça, como esta atração é muito forte, os íons são implantados na mesma. O método de implantação iônica pode ser empregado para melhorar as propriedades tribológicas (características que envolvem dureza, resistência à corrosão e ao desgaste e redução de atrito e fricção), de um variado leque de materiais, como alumínio, titânio, aço inoxidável, ligas metálicas, polímeros, plásticos, teflon, náilon, além desta, também melhorar propriedades ópticas e eletrônicas.

Palavras-chave: Implantação Iônica, plasma, materiais

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

A coexistência de espécies químicas diversas (não necessariamente em equilíbrio) e a transferência da energia dos íons para o sólido provocam modificações estruturais e/ou químicas no material, alterando propriedades mecânicas, elétricas, supercondutoras, ópticas e magnéticas. Com isso viu-se a possibilidade de modificar as propriedades de componentes de uso industrial e comercial após sua manufatura. Esta modificação da estrutura da superfície é possível utilizando a técnica de implantação iônica, na qual átomos ou moléculas ionizados são acelerados e implantados em um material alvo^{1,2}. Esta modificação se dá de duas formas distintas: pela alteração composicional, devido a introdução de impurezas (dopagem) ou ainda pela alteração estrutural, causada pela transferência de energia dos íons projetados a o material alvo³.

A Implantação Iônica (II), é um método de tratamento superficial já utilizado em diversas

Esta modificação estrutural pode ser realizada por diversos métodos. Neste trabalho citaremos um novo método, a implantação iônica a plasma, que já vem sendo estudada em todo o mundo, mas a nível comercial ainda pouco explorado. Os principais grupos de pesquisa desta técnica se encontram nos Estados Unidos, Alemanha, Austrália, Japão e outros. No Brasil ela vem sendo estudada desde 1995.

O projeto aqui apresentado faz parte do Programa de Inovação Tecnológica da FAPESP, que traz a transferência de tecnologia dos centros de pesquisa para a indústria, respectivamente o Laboratório Associado de Plasma do INPE, sob a coordenação do Dr. Mario Ueda e a microempresa denominada METROLAB.

Implantação Iônica

áreas, como em áreas militares, médicas, científicas e de semicondutores^{4,5}. Esta técnica tem como vantagem o melhoramento das propriedades

como corrosão, atrito, fricção e desgaste. Além disso, este método de tratamento superficial é importante na questão ambiental, pois racionaliza o uso de agentes químicos para se obter o mesmo resultado⁶.

A implantação iônica pode ser realizada por duas técnicas, a *Implantação Iônica por Feixe de Íons*, onde átomos ou moléculas são ionizados e acelerados, e um campo elétrico que realiza o direcionamento específico dos íons envolvidos, o que chamamos de “*linha-de-visão*”, isto pode ser vantajoso em comparação a tratamentos de superfícies por plasma e a outros métodos tradicionais para certas aplicações. Entretanto estas aplicações são limitadas quanto ao custo e resultados em peças⁷. A outra técnica que será abordada neste trabalho, se refere a *Implantação Iônica por Imersão em Plasma*, “*sem linha de visão*”, que será discutido em seguida.

Implantação Iônica Tridimensional

O processo de Implantação Iônica Tridimensional (IIT) se baseia nos fundamentos do tratamento superficial por Implantação Iônica por Imersão em Plasma (IIIP ou 3IP). Neste processo a amostra/peça a ser tratada é completamente imersa em um plasma composto de gás ionizado, geralmente nitrogênio, e a amostra/peça é submetido a pulsos negativos de alta voltagem, na faixa de kilo volts (kV), com duração dos pulsos na ordem de micro segundos (μs) de duração, os quais são aplicados em uma frequência entre 1.000 à 1.500 Hertz (Hz). Estes pulsos de alta voltagem fazem com que os íons presentes no plasma sejam atraídos pela amostra/peça, como esta atração é muito intensa, os íons são implantados na mesma. A profundidade da implantação dos íons variam de 1 ângstron (10^{-10} metro), bem superficiais, à até a ordem de micrometros (10^{-6}) mais profundos, e essa profundidade de penetração depende de alguns fatores como material e temperatura da amostra/peça, tempo do tratamento e pressão interna da câmara.

A figura 1 ilustra o esquema da técnica de tratamento por IIT.

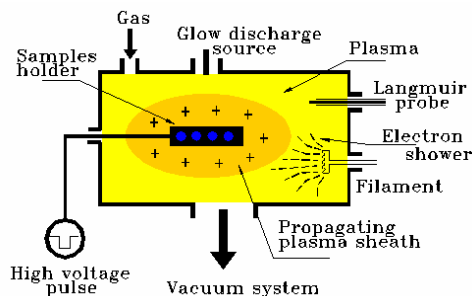


Figura 1 – Esquema do sistema de tratamento de Implantação Iônica Tridimensional.

Devido à peça ser completamente imersa em um plasma, com esta técnica é possível tratar grandes peças e de maneira homogênea.

O presente trabalho vem apresentar a mais nova tecnologia para o tratamento superficial de materiais. Esta técnica objetiva a melhoria superficial das ferramentas utilizadas na indústria em geral.

Materiais e Métodos

O sistema para o tratamento de IIT apresentados neste trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Plasma no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e está locado na microempresa METROLAB Comercial Ltda, com o auxílio do Programa de Inovação Tecnológica da FAPESP.

O sistema foi implantado na microempresa a cerca de 4 (quatro) anos, e atualmente sua montagem está de maneira definitiva a cerca de um ano. Durante este período, a compra do sistema foi lenta, devido a dificuldades de importação, otimização do sistema, entre outros.

Resultados e Discussão

A figura 2 é uma foto do sistema IIT instalado na microempresa METROLAB:



Figura 2 – Foto do sistema instalado na microempresa

Com este sistema é possível tratar peças com diversas geometrias e diversos tamanhos, mas dentro dos limites da câmara de tratamento. A câmara possui: sistema de refrigeração à água; janelas para a comunicação com o interior da mesma; sistema de guincho para elevar a tampa e sistema de aterramento.

Os componentes principais do sistema de tratamento são:

- Pulsador, onde é gerado o pulso de alta voltagem negativo, este é capaz de fornecer tipicamente até, cerca de 20 kV (kilo Volts);
- O sistema de vácuo é composto por uma bomba turbo molecular, e monitorado eletronicamente;
- Controle de fluxo de gases;
- Descarga glow;
- Sistema de alarme de refrigeração;
- Entre outros sistemas auxiliares.

Nos últimos 2 anos estivemos realizando teste em peças de empresas da região do Vale do Paraíba e de São Paulo. Algumas das empresas que se interessaram sobre o tratamento são:

- Baumer e Ortossintese: próteses ortopédicas e ferramentas para confecção de próteses;
- Johnson & Johnson: ferramentas para manufatura de absorventes;
- ASTechnology: fabricante de implantes dentários
- Refal; ferramentas para produção de rebites rebidadeiras;
- Schincariol, garrafas PET;

Estas e outras empresas se interessaram no intuito de aumentar a vida útil de suas ferramentas em sua linha de produção para manufatura de seus produtos.

Foram realizados testes em amostras de material utilizados em próteses ortopédicas, liga de

titânio, CrCoMo e CrNiMo, por pesquisadores do INPE, e estes obtiveram resultados animadores, a diminuição do atrito e o aumento da dureza na utilização da Implantação Iônica Tridimensional

A revista Saúde Business Web trouxe no dia 30 de dezembro de 2004 a seguinte reportagem com a manchete:

“Técnica pode aumentar vida útil das próteses ortopédicas”;

“Implantação iônica por imersão em plasma promete aumentar a dureza das ligas de aço que compõem as próteses em até 250% e reduzir o desgaste em cerca de 160 vezes.”

“...De acordo com químico Roberto Parpaioli, gerente da Divisão de Pesquisa e Desenvolvimento da Baumer, o método revelou-se biocompatível e os resultados foram além das expectativas. Segundo ele, agora a intenção é organizar um ou dois grupos clínicos para fazer exames in vivo nas próteses submetidas à implantação iônica por plasma...”⁸. Esta mesma matéria foi publicada também na revista Pesquisa Fapesp⁹.

Por ser uma técnica nova, muitas empresas ainda não aceitam essa técnica de tratamento, preferem a tempera ou o banho de nitretação. Algumas das empresas citadas neste trabalho que aceitam realizar um teste em suas peças tiveram ótimos resultados na linha de produção, e já se interessaram em periodicamente realizar o tratamento nas mesmas

Conclusões

A nova técnica de tratamento superficial por 3IP demonstrou ser viável devido ao baixo custo, a possibilidade de tratamento em peças de várias geometrias e tamanhos e não agredir o meio ambiente.

Referências

- [1] Davenas, J. and Boiyeux, G. Adv. Matter. 2, 251 (1990).
- [2] Mazzoldi, P., Journal of Non-Cryst. Solids, 120, 223 (1990).
- [3] UNESP, Laboratório de Plasmas Tecnológicos. Disponível em: <http://www.sorocaba.unesp.br/gpm/iiip.htm>. Acesso em 05 abr. 2005.

[4]SHOHET, J.L. "Plasma-Aided Manufacturing". *IEEE Trans. On Plasma Science*, 19, 725 (1991).

[5]TAKAI, O. "Plasma Processing: Status and Properties". *Proc. Of Seminar on Plasma Processing of Materials*, 4-8 August 1997, Buenos Aires, Argentina.

[6]DEARNALEY, G. "Historical perspective of metal implantations". *Surface and Coatings Technol.*, 65, 1 (1994).

[7] HOCHMAN, R.F. "Ion Implantation". *Metals Handbook*, 9th edition, V.5, 422 (1980).

[8]Revista Saúde Business Web. Disponível em:
http://www.saudebusinessweb.com.br/sbw_artigo.vxlpub?id=83720. Acesso em 15 mai. 2005.

[9] Revista Pesquisa Fapesp, nº 106, pág. 75 – 77, dezembro de 2004.