



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

EFEITO DO PROCESSO DE ELETROEROSÃO POR PENETRAÇÃO NA MICROESTRUTURA DO AÇO AISI H13 NITRETADO POR PLASMA

José Luiz Sansone, jlsansone@yahoo.com.br¹

José Costa de Macedo Neto, jotamateriais@yahoo.com.br¹

Gilberto Garcia Del Pino, ggdelpin@usp.br¹

Marina Cardoso Vasco, marina.mcv@hotmail.com²

Carlos Henrique da Silva, carloshs@utfpr.edu.br²

Giuseppe Pintaúde, pintaude@utfpr.edu.br²

¹ Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Av. Darcy Vargas, 1200-Manaus-Amazonas

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR. Av. Sete de Setembro, 3.165-Curitiba-Paraná

Resumo: Os aços ferramentas para trabalho a quente são muito utilizados na confecção de moldes. É importante discutir a relação entre a microestrutura e as propriedades mecânicas do aço AISI H13, um dos materiais mais utilizados para este tipo de aplicação. O objetivo deste trabalho foi avaliar como as condições microestruturais advindas do processo de eletroerosão afetam a posterior nitretação por plasma. O aço foi estudado na condição temperada e revenida, com dureza média de 510 HV. As amostras foram usinadas por eletroerosão por penetração, que resultou em uma rugosidade média de 5,17µm. Após a eletroerosão, as amostras foram nitretadas por plasma em atmosfera de 5% de nitrogênio a 520°C por 3 horas. Os parâmetros de nitretação foram selecionados de modo a se obter somente a camada de difusão. Numa parte das amostras foram retiradas as camadas brancas provenientes da eletroerosão por meio de retífica e polimento. Um lote de amostras foi nitretado sem passar pelo processo de eletroerosão para servir de referência para as comparações microestruturais. Foram determinados perfis de dureza Vickers, utilizando cargas de 50 gf. Os resultados mostram que o processo de eletroerosão afeta a microestrutura do aço AISI H13, produzindo camada branca e trincas, determinando falhas na integridade superficial.

Palavras-chave: Aço AISI H13, Eletroerosão, Nitretação por Plasma

1. INTRODUÇÃO

O processo de injeção de alumínio é caracterizado por uma alta exigência de desempenho de suas matrizes e moldes. A submissão a ciclos de trabalho sob alta temperatura faz com que haja um elevado desgaste das matrizes e moldes. Isto tem impulsionando pesquisas no sentido de minimizar esta fadiga térmica. Um dos aços mais utilizados para a confecção destes moldes é o AISI H13, um aço ferramenta para trabalho a quente que, apesar de possuir uma boa resistência a choques térmicos, poderia beneficiar-se de tratamentos que prolonguem a sua vida útil. As soluções que foram adotadas, ao longo do tempo, para aumentar as propriedades deste aço incluem o tratamento térmico, a nitretação, e por fim o revestimento com filme de PVD (Franco et Al, 2005 e Castanho J.M. e Vieira, M.T., 2003). O tratamento térmico é a submissão do aço à têmpera e ao revenimento para que haja uma modificação de sua estrutura, em condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e resfriamento. Assim diversas propriedades são melhoradas, tais como a dureza, a usinabilidade, a resistência ao desgaste e à corrosão (Yoshida, 2002, Lima e Corrêa, 2006 e Uddeholm, 2006). No contato entre o aço ferramenta do molde com a liga fundida de alumínio, a superfície do ferramental está submetida além das pressões transmitidas pelo material líquido, também a um choque térmico representado pela alta temperatura da liga no estado líquido e a refrigeração do mesmo para a solidificação e retirada da peça moldada. Este ciclo térmico como também as pressões, dão origem ao surgimento de tensões no molde que promovem a nucleação de microtrincas na superfície do molde, além dos mecanismos de erosão e de aderência (Uddeholm, 2006). O ciclo de fabricação destes moldes a partir de Aço AISI H13, temperado e revenido a durezas de 44 a 48 HRC somente podem ser usinados através de eletroerosão com posterior acabamento que incluem retificar e polir o aço para posterior nitretação (Yoshida, 2002). O presente trabalho tem como objetivo avaliar como as condições microestruturais advindas dos processos de tratamento térmico e da eletroerosão afetam as características da camada endurecida por nitretação a plasma no aço AISI H13.

2. MATERIAIS E METODOS

A Figura 01 apresenta um fluxograma dos processos de fabricação utilizados para gerar as 3 séries de amostras

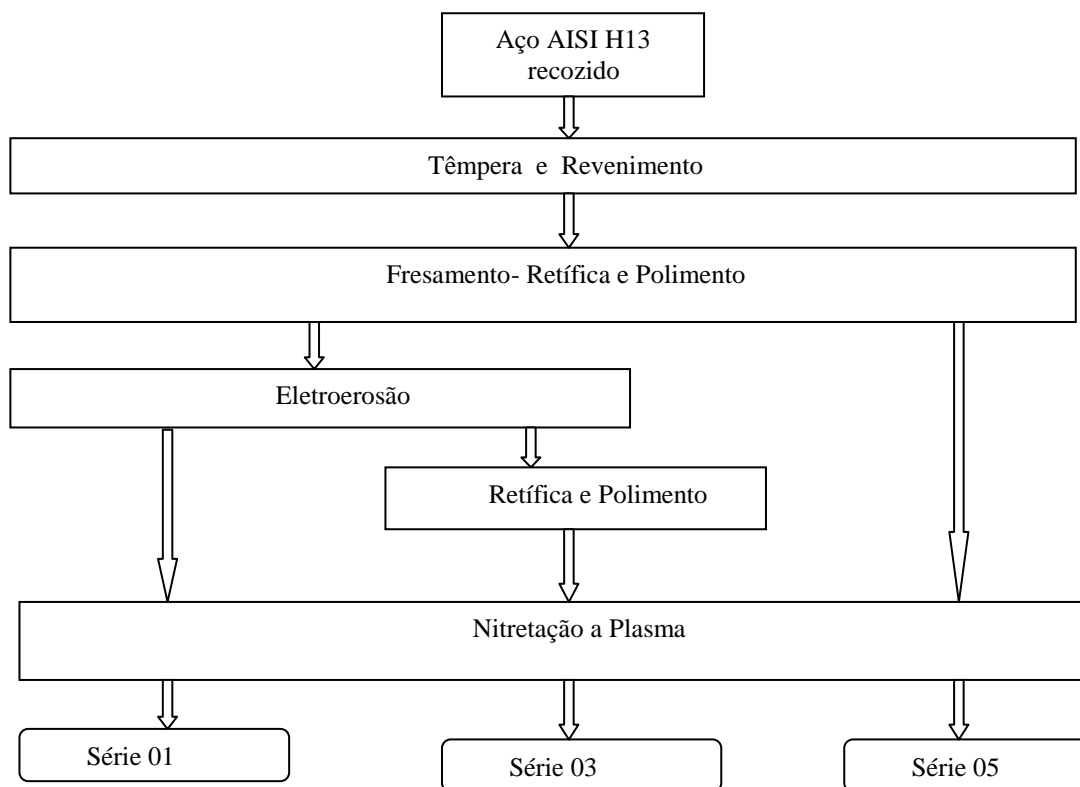


Figura 01 Fluxograma dos processos de fabricação de amostras do Aço AISI H13 para avaliar o efeito da eletroerosão nas propriedades mecânicas e microestrutura.

2.1. Material do Substrato

O aço ferramenta AISI H13 com certificados de composição química da Villares Metals S.A. foram adquiridos da empresa Armaço Ltda na forma de barra retangular 160 x 60 x 15 mm para a fabricação de corpos de prova. A Tabela 01 apresenta a composição química do aço.

Tabela 01. Composição Química em % de massa do aço AISI H13.

| <i>C</i> | <i>Mn</i> | <i>Si</i> | <i>W</i> | <i>Mo</i> | <i>Cr</i> | <i>V</i> | <i>P</i> | <i>S</i> | <i>Ni</i> | <i>Co</i> | <i>Al</i> |
|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 0,38 | 0,28 | 0,92 | 0,10 | 1,25 | 5,13 | 0,8 | 0,019 | 0,001 | 0,25 | 0,02 | 0,03 |

2.2. Tratamentos Térmicos

As amostras de aço AISI H13 foram temperadas e revenidas. A austenitização ocorreu a 1040C por 20 min, com posterior resfriamento em banho de sais. Após esta etapa de tratamento, o revenimento foi executado de forma dupla, a 600 C por 2 horas cada, com resfriamento ao ar. A faixa de dureza das amostras após os tratamentos ficou entre 48 e 50 HRc.

2.3. Corte e Usinagem das Amostras

2.3.1. Corte

O corte das amostras foi uma cortadeira metalográfica. Todas as amostras foram cortadas com sobre metal para execução dos outros processos de remoção de material até o acabamento final. O Aço AISI H13 foi cortado nas medidas 60 x 13 x 15 mm.

2.3.2. Fresamento e Retífica

Na usinagem dos corpos de prova foram realizadas as operações de desbaste e acabamento. Os dados tecnológicos foram extraídos de catálogos do fornecedor das ferramentas e estão descritos a seguir.

A operação de fresamento tem a função de eliminar grandes distorções na superfície e preparar uma superfície padrão para o acabamento.

Para todos os corpos de prova foram utilizados os mesmos parâmetros tecnológicos na operação de desbaste, tais como: velocidade de corte, profundidade e avanço por aresta de corte. Isso é justificado pelo fato de se evitar que uma possível variação da superfície, após a operação de desbaste, influencie na operação final de acabamento.

O fresamento das amostras foram processadas em fresadora vertical com fresa de metal duro pertencente ao Laboratório de Usinagem do Departamento de Engenharia Mecânica da UTFPR.

Os parâmetros da fresadora vertical que foram utilizados estão na Tab.02.

Tabela02 Parâmetros do Fresamento nas Amostras do Aço AISI H13

| | |
|------------------------------------|----------------|
| <i>rotação do eixo árvore (n):</i> | <i>830 rpm</i> |
| velocidade de avanço (Vf): | 200 mm/min |
| velocidade de corte (Vc): | 130 m/min |
| avanço por aresta (fz): | 0,06 mm |
| profundidade de corte (3P): | 0,2 mm |
| diâmetro da ferramenta: | 50 mm |
| arestas de corte: | 4 |

Ferramental usado na operação de desbaste: 1 cabeçote Sandvik de diâmetro 50 mm com quatro arestas de cortes para insertos intercambiáveis SPKN 12 03 EDR. As amostras saíram da fresadora com as medidas 55 x 11,9 x 9 mm

O acabamento superficial das amostras antes da eletroerosão foi executado numa Retífica Perfect pertencente ao Laboratório de Usinagem do Departamento de Engenharia Mecânica da UTFPR campus de Curitiba.

Os parâmetros utilizados nesta operação de Acabamento estão na Tabela 03.

Tabela 03 Parâmetros utilizados na Retífica das Amostras

| <i>Rebolo (Fab. ICDER)</i> | <i>Modelo AA80K6V2 Ø355x31,8mm</i> |
|----------------------------|------------------------------------|
| Velocidade máxima | 2050 rpm |
| Velocidade Longitudinal | 5 x 0,005 mm |
| Velocidade Transversal | 0,02 mm |
| Avanço Intermitente | 0,6 mm |
| Refrigeração | Arclean |

Antes de prosseguir na preparação das amostras para a seqüência experimental o aço AISI H13 teve que ser desmagnetizado num equipamento associado a Retífica. As amostras saíram com as medidas de 55x 11,7x 9 mm e com a rugosidade Ra de 0,06 µm

2.4. Processo de Eletroerosão e Remoção de Camada Eletroerodida

Antes da eletroerosão foram feitas as codificações nas amostras na Tabela 04.

Tabela 04. Codificação das amostras.

| <i>Aço AISI H13</i> | <i>Codificação das amostras</i> |
|--|---------------------------------|
| TT,com Eletroerosão | Série 01 |
| TT,com Eletroerosão, retificadas e polidas | Série 03 |
| TT,retificadas e polidas(referência) | Serie 05 |

A eletroerosão das amostras com medidas de 55 x 11,7 x 9 mm foi feita nos Laboratórios de Usinagem da UTFPR Campus Ponta Grossa (PR) numa máquina Eletroerosão Engemac 440NC.

Foram usinadas 08 amostras com os seguintes parâmetros mostradas na Tabela 05.

Tabela 05. Parâmetros de usinagem utilizados na Eletroerosão

| | |
|--|-------------------------|
| <i>Ton</i> | <i>27µs</i> |
| Toff | 9µs |
| DT-tempo de pausa (Ton / Ton+Toffx100) | 75% |
| Corrente (Desbaste) | 8 A / cm ³ |
| Tensão | 100 Volts |
| Vw – Volume de erosão/min | 23 mm ³ /min |

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Tabela da Engemac 440-40A | Eletrodo-Cobre Eletrolítico |
| Vv-Desgaste do EF (Pólo Positivo) | 7%= 1,54 mm por usinagem |
| Tabela da Engemac 440-40A | Eletrodo-Cobre Eletrolítico |
| Ts- Quantidade de Transistores | 2 TS |
| Tempo de remoção | 43,82 min |
| Gap | Automático |
| Dielétrico | Hidrocarboneto (Arclean) |
| Ra (média de 3 medições) | 5,17µm |

Desgaste da ferramenta em média 1,54 mm a cada usinagem, para que não houvesse marcação da ferramenta nas amostras. Foram usinadas 02 ferramentas eletrodo a partir de um diâmetro de 25 mm de cobre eletrolítico na medida 60x13x22 mm em fresadora vertical com fresa de Aço Rápido. A cada duas usinagens fez-se a centragem da ferramenta eletrodo com relógio comparador para não haver diferença na penetração da ferramenta nas amostras usinadas, tanto no sentido longitudinal como transversal. As amostras ficaram com as medidas de 55x10,3x9mm, portanto foram usinadas com retirada de 1,4mm de metal.

O acabamento superficial das amostras antes da nitretação foi executado numa retífica Perfect pertencente ao Laboratório de Usinagem do Departamento de Engenharia Mecânica da UTFPR campus de Curitiba.

Os parâmetros utilizados nesta operação de Acabamento estão na Tabela 06.

Tabela 06. Parâmetros da Retífica nas Amostras antes da Nitretação

| <i>Rebolo (Fab. ICDER)</i> | <i>Modelo AA80K6V2 Ø355x31,8mm</i> |
|----------------------------|------------------------------------|
| Velocidade máxima | 2050 rpm |
| Velocidade Longitudinal | 5 x 0,005 mm |
| Velocidade Transversal | 0,02 mm |
| Avanço Intermitente | 0,6 mm |
| Refrigeração | Arclean |

Antes de prosseguir na preparação das amostras para a seqüência experimental o Aço AISI H13 teve que ser desmagnetizado num equipamento associado a Retífica.

Com o objetivo de obter uma integridade superficial para a nitretação por plasma, depois da retífica as amostras ficaram com 55x 9,8 x 9 mm, sendo retiradas 500 µm de sobre metal.

Todos corpos de prova, os de referência e os que foram retiradas a camada eletroerodida foram polidas até o acabamento equivalente de 1 µm, obtido utilizando pasta diamantada.

Após este procedimento todas as amostras foram limpas com álcool em ultrassom por 10 min. Posteriormente foram secadas ao ar quente por 10 min. Para o manuseio a partir desta limpeza foram utilizadas luvas para não passar gordura e sujeira às amostras. Todas as amostras foram acondicionadas com proteção contra a oxidação utilizando-se vaselina.

2.5. Nitretação por Plasma

As nitretações por plasma foram realizadas no Laboratório de Plasma do Grupo de Materiais da UTFPR. Os parâmetros da nitretação por plasma foram selecionados de modo a produzir somente camadas de difusão, pois a camada de compostos pode apresentar comportamento frágil (Franco, 2003). A Tabela 07 apresenta os parâmetros do tratamento termoquímico de nitretação.

Tabela 07. Parâmetros utilizados na Nitretação a Plasma.

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Tempo (horas)</i> | 3 |
| Composição da mistura gasosa | 5% vol N ₂ + 75% vol H ₂ +20% vol Ar |
| Temperatura | 520°C |
| Pressão | 844 Pa (6,75 Torr) |
| Tensão entre eletrodos | 500 V |

Todas as amostras antes da nitretação sofreram limpeza com álcool por ultrassom por 10 min. e após foram secadas com ar quente por 10 min. O manuseio a partir desta limpeza foi utilizadas luvas para não passar gordura e sujeira às amostras.

Foi confeccionado um dispositivo em aço 1020 com as medidas de 160x60x8mm com uma base redonda de 25mm de diâmetro de suporte engastada num furo de 12mm no centro do dispositivo e com furo de 5mm para fixação no suporte do Reator. Este dispositivo teve as duas faces retificadas na Retífica Perfect do Laboratório de Usinagem do Depto. Mecânica da UTFPR.

A utilização do mesmo garantiu que todas as amostras pudessem ser consideradas como um único lote em relação ao tratamento de nitretação. A nitretação a plasma foi executada portanto numa unica batelada dispondo as 12 amostras neste dispositivo.

2.6. Caracterização das Amostras

2.6.1. Análise Metalográfica

A análise metalográfica foi feita no Laboratório de Materiais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

O objetivo desta análise foi estudar a influência da eletroerosão na microestrutura e as microtrincas do material das amostras com o mesmo regime de tratamento térmico que é aplicado na industria. Para cumprir com este objetivo foram ensaiadas 03 amostras do Aço AISI H13 serie 01, 03 amostras do Aço AISI H13 da série 3 e 03 amostras Aço AISI H13 série 05.

Para a análise de metalografia e microdureza, as amostras foram cortadas sob refrigeração em um plano ortogonal ao da superfície nitretada

2.6.2. Microdureza

A análise de microdureza foi efetuada em um microdurômetro Shimadzu.com carga de ensaio de 50 gf

Para a obtenção dos perfis foram usadas 14 profundidades crescentes que variaram entre 7 μm a 500 μm , a partir da face nitretada.

O objetivo desta análise foi estudar a influência da eletroerosão na microdureza e verificar a profundidade de camadas nitretadas Para cumprir este objetivo foram ensaiadas 03 amostras do Aço AISI H13 da Série 01, 03 amostras do Aço AISI H13 da Série 03 e 03 amostras Aço AISI H13 da Serie 05.

3. RESULTADOS

3.1. Análise Microestrutural

A Figura 01 mostra em secção transversal a microestrutura do Aço AISI H13 Série 05. Observa-se que após tempera e revenimento há uma superfície sem microtrincas mesmo no substrato.

Verifica-se também na microestrutura a camada nitretada com aproximadamente 110 μm , sendo esta camada a de difusão.

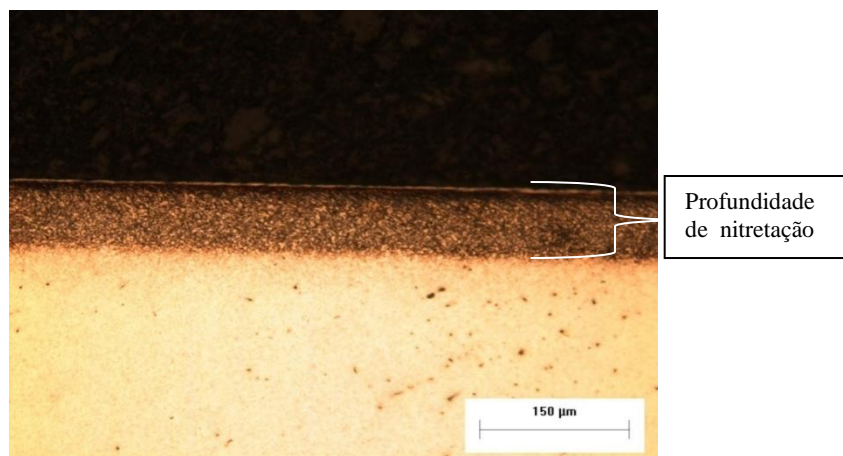


Figura 01 Corpo de Prova do Aço AISI H13 Série 05, ataque de Nital a 2%

Na Figura 02 observa-se em seção transversal, a microestrutura do Aço AISI H13 Série 01 com as mesmas condições de nitretação. Observa-se que há uma série de microtrincas que se encontram dentro dos limites da camada branca e camada de difusão da nitretação. Os parâmetros da eletroerosão foram determinados a partir dos experimentos conduzidos por Oliniki, (2009), sendo que a rugosidade obtida de 5,17 μm considera-se como desbaste da ferramenta em cobre eletrolítico.



Figura 02 Aço AISI H 13 da Série 01, ataque de Nital a 2%

Visando a eliminação das trincas e a reprodução de uma superfície semelhante às condições industriais foram realizados vários passes de retíficas obtendo bons resultados ao se eliminar 500 μm como mostra a Fig. 3. Observa-se que a camada de nitretação continuou íntegra e que a retífica e o polimento metalográfico retiraram toda a camada branca da eletroerosão e não há evidências de microtrincas, Fig.03.

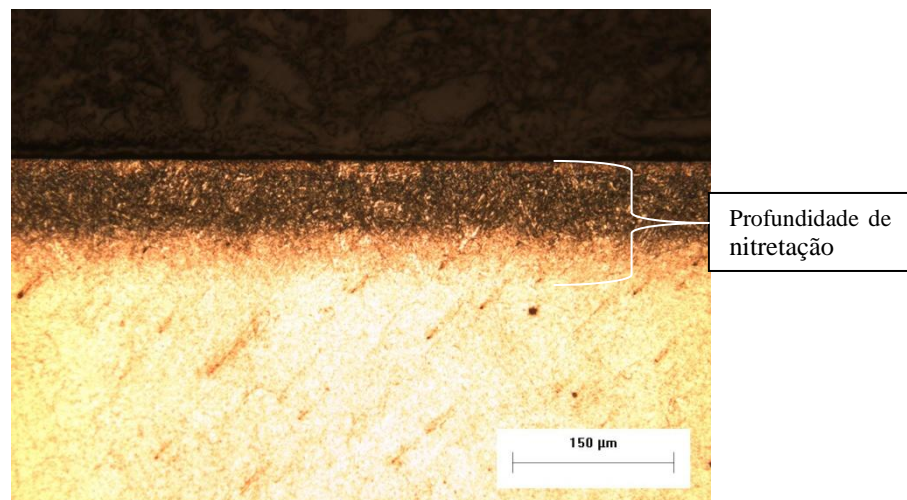


Figura 03. Aço AISI H13 da Série 03 após a remoção de 500 μm de material em retífica posterior ao processo de eletroerosão, ataque de Nital a 2%

3.2. Perfis de Microdureza

O perfil de microdureza Vickers em função da profundidade é apresentado na Fig. 04.

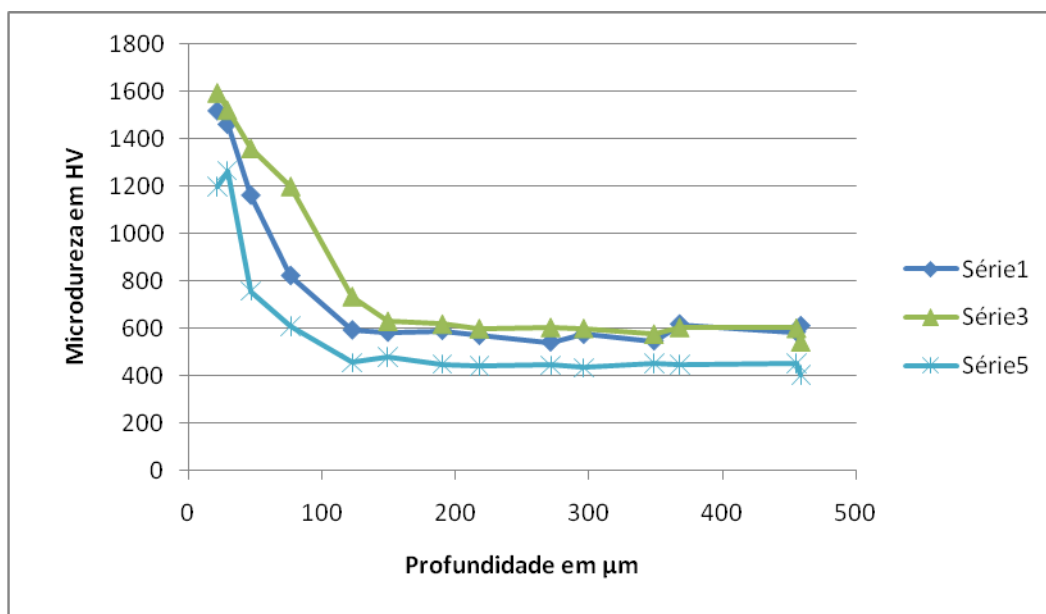


Figura 04. Variação da microdureza em função da profundidade.

Legenda:

Serie 1: Aço AISI H13, Eletroerosão e Nitretação.

Serie 3: Aço AISI H13, Eletroerosão, Retífica, Polimento e Nitretação

Serie 5: Aço AISI H13, Retífica, Polimento e Nitretação

Nesta figura observa-se que a dureza determinada para o aço AISI H13 nitretado (serie 5) foi de aproximadamente 1200 HV. Neste trabalho este valor serve como referência para a avaliação da interferência de outros processos de fabricação.

Pode-se considerar que este valor de dureza é condizente com o descrito na literatura para um aço AISI H13 temperado, revenido e nitretado (Franco, 2003).

A partir de aproximadamente 110μm de profundidade vê-se a presença da camada de difusão em uma decréscimo suave de dureza até o patamar de 420 HV que se estende até 480μm, ou seja até o substrato temperado e revenido.

A dureza superficial da serie 3 que corresponde ao aço AISI H13 com TT, eletroerosão, retificado, polido e nitretado, foi de 1598 HV. Este valor está influenciado pela alteração microestrutural imposta pela eletroerosão (camada branca e zona afetada pelo calor), e provavelmente é também afetado pela tensão residual provocada em função dos acabamentos posteriores a eletroerosão com tensões de natureza compressiva (retífica e polimento).

A partir de aproximadamente 115μm a dureza fica em torno de 770 HV onde se situa a camada de difusão da nitretação. Com 150μm de profundidade até 480μm a dureza fica num patamar de 600HV.

Na mesma figura observa-se o aço AISI H13 com TT, eletroerosão e nitretação série 1 com as alterações da microestrutura da eletroerosão (camada branca e zona afetada pelo calor) observa-se que a dureza superficial atingiu valores de 1558 HV, também superiores à referência, até aproximadamente 115μm, onde está estabelecida a camada de difusão da nitretação a plasma.

Após a camada de difusão onde atinge 600HV esta dureza permanece neste patamar até 480μm de profundidade.

A semelhança dos resultados desta série com os descritos para a série de amostras anterior implica que o efeito das operações de retífica e polimento foi sentido, porém de forma não muito acentuada.

4. CONCLUSÕES

1-Na análise da microestrutura após a eletroerosão encontramos evidências de camada branca e microtrincas que condiz com a literatura, e que somente melhorando a integridade superficial (com retirada de camada branca e microtrincas) através de retífica e polimento pode-se ter uma superfície adequada para receber o endurecimento superficial da nitretação a plasma.

2-Nas medições dos perfis de microdureza observa-se que tem-se resultados que condiz com os obtidos nas literaturas, porém submetidos às altas pressões da injeção sob pressão em alumínio cria-se trincas tipo casca de ovo, em razão da natureza pobre da microestrutura após a eletroerosão. Os valores de dureza obtidos demonstraram que o valor diminui em direção ao substrato, isso ocorre porque na zona re-fundida ocorre a maior concentração de calor e com a condutividade térmica do eletrodo-peça o calor é dissipado sem interferir o núcleo do substrato. Porém, quando ocorre um aumento na espessura da zona re-fundida conforme, o valor da dureza aumenta muito e as camadas subsequentes têm seus valores alterados em maior proporção. Este aumento da dureza na superfície com propagação para as camadas

inferiores pode diminuir a resistência ao impacto do material. Para o molde de injeção de alumínio, a redução da resistência ao impacto na superfície pode originar uma quebra prematura quando associado a defeitos pré-existentes.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no programa de Mestrado Interinstitucional – MINTER entre a UTFPR e o IFAM, que recebeu financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – através do projeto ACAM 1379/2006 e da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA – através do convênio 084/2005.

O autor deste trabalho foi bolsista do PROGRAMA RH-INTERINSTITUCIONAL da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM – no ano de 2009. Nossos sinceros agradecimentos pelo apoio recebido.

6. REFERÊNCIAS:

Castanho J.M. e Vieira, M. T. Effect of ductile layers in mechanical behaviour of TiAlN thin coatings, Journal of Materials Processing Technology 143–144 (2003) 352–357

Franco Jr, A. R. Obtenção de Revestimentos Duplex por nitretação a Plasma PVD e TiN em aços AISI D2 e AISI H 13, Tese de Doutorado, USP, 2003.

Franco Jr, A. R ; Pinedo C. Tschiptschin A. P Influência do Tratamento Prévio de Nitretação sob Plasma no desempenho de Superfícies Dúplex Revestidas com TiN 3o Encontro da Cadeia de Ferramentas Moldes e Matrizes, 10 a 12 de agosto de 2005, Sede da ABM, São Paulo/SP

Lee, H.T. and Tai, T.Y., “Relationship between EDM parameters and surface crack formation”, Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, Department of Mechanical Engineering, National Cheng Kung University, Tainan 701, Taiwan, 2003.

Lima, F. e Corrêa, M., “Efeitos da eletroerosão sobre a superfície de peças usinadas”, UNICAMP , Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 27, n. 1, Brasil, p. 26-33, 2006

Oliniki, R., 2009, ”Influence of Correlation between EDM’s Parameters with the formation of Surface Defects in Products machined by Electrical Discharge Machining.” 20th International Congress of Mechanical Engineering, Gramado, RS, Brazil.

Yoshida, S., “A influência dos processos de eletroerosão no rendimento de ferramentas”, Problemas e Soluções. Pesquisa realizada pela Engenharia de Ferramentas Brasimet Com.Ind.S.A., SP. Brazil, 2002.

Uddeholm, Aços Especiais , “EDM of tool steel” editado pela Uddeholm Tooling – Suécia 02.95. acessado em 27/10/2006 < <http://www.uddeholm.com/>>

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

EFFECT OF PENETRATION EDM PROCESS IN MICROSTRUCTURE OF AISI H13 WITH PLASMA NITRIDING

José Luiz Sansone, jlsansone@yahoo.com.br¹

José Costa de Macedo Neto, jotamateriais@yahoo.com.br¹

Gilberto Garcia Del Pino, ggdelpin@usp.br¹

Marina Cardoso Vasco, marina.mcv@hotmail.com²

Carlos Henrique da Silva, carloshs@utfpr.edu.br²

Giuseppe Pintaúde, pintaude@utfpr.edu.br²

¹ Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Av. Darcy Vargas, 1200-Manaus-Amazonas

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR. Av. Sete de Setembro, 3.165-Curitiba-Paraná

Abstract: The tool-steels for hot working are used to produce molds. It is important to discuss the relationship for this study is to evaluate how the microstructural conditions resulting from the electric discharge machining (EDM) process affect the subsequent plasma nitriding. The steel was studied in the quenched and tempered condition, with average hardness of 510 HV. The samples were machined by EDM, which resulted in an average roughness of 5,17 μm . After that, they were treated by plasma nitriding in an atmosphere with 5% nitrogen at 520° C for 3 hours. The nitriding parameters were selected in order to obtain only the diffusion layer. In a set of the samples was removed by grinding and polishing. Another set of the samples was nitriding bypassing the EDM process, in order to serve as a reference for the microstructural comparisons. Vickers hardness profiles were determined using 50 gf. The results show that the EDM process affects the microstructure of the AISI H13, producing white layer and cracks, resulting in failures on the surface integrity.

Keywords: Steel AISI H13, EDM (Electrical Discharge Machining), Plasma Nitriding

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.