

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA GASOSA NA NITRETAÇÃO POR PLASMA DO AÇO AISI P20¹

Moisés Luiz Parucker²
Adriano Moreno³
Cesar Henrique Wanke⁴
Gustavo Maiochi Mendonça⁵

Resumo

O aço AISI P20 é especialmente destinado à fabricação de moldes de injeção de plástico e matrizes para a fundição sob pressão de ligas leves. Quando se desejar maior resistência ao desgaste, pode-se submetê-lo a tratamentos termoquímicos do tipo cementação ou nitretação. A nitretação por plasma é uma solução para o aumento da vida útil de peças e componentes e tem sido gradualmente incorporada em muitas aplicações industriais a fim de obter-se um aumento da dureza superficial e resistência ao desgaste de muitos materiais. O processo de nitretação possibilita também que a metalurgia da zona nitretada pode ser especificada de forma dirigida para as propriedades exigidas do componente em cada aplicação. Neste trabalho, foi realizado um estudo da nitretação por plasma aplicado ao aço AISI P20, onde foi avaliada a influência da composição da atmosfera de nitretação (75%N₂/25%H₂, 50%N₂/50%H₂ e 25%N₂/75%H₂) sob algumas condições de tratamento (temperatura: 520 °C e tempo: 3 horas) quanto à microestrutura, profundidade e dureza das camadas obtidas.

Palavras-chave: Nitretação por plasma; Aço AISI P20; Microdureza.

⁽¹⁾Artigo apresentado no 3º. Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 10 a 12 de agosto de 2005, São Paulo - SP.

^{(2), (4)}Mestre em Engenharia de Materiais,
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
R. Arno Waldemar Döhler 957

89219-030 Joinville - Santa Catarina
⁽³⁾Engenheiro Mecânico, NITREAÇO – Tratamentos Térmicos Superficiais
R. Arno Wademar Döhler, 957

89219-030 Joinville – Santa Catarina
⁽⁵⁾Bolsista PIBIC,
Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE
Campus Universitário, s/n Bom Retiro
89201-972 Joinville - Santa Catarina

INTRODUÇÃO

O aço AISI P20 é um material desenvolvido especificamente para atender as altas exigências dos moldes para plásticos com cavidades produzidas por usinagem. Possui elevado grau de pureza, boa usinabilidade tanto no estado recozido como no estado beneficiado, boa soldabilidade e uma grande aptidão para receber polimento (VILLARES, 1988).

Na seleção de aços ferramenta deve-se, basicamente, analisar as seguintes variáveis: aplicação do aço, seqüência de fabricação e quantidade de peças a serem produzidas. Entretanto, é necessário conhecer as principais características do aço, pois será determinante para a escolha do tratamento térmico a ser utilizado e do processo de tratamento de superfície. Os aços para moldes de injeção de plásticos, como o AISI P20, estão sujeitos ao desgaste do tipo adesivo, sendo assim, o aço deve ser escolhido de acordo com a produção desejada e na abrasividade do polímero a ser injetado.

A fabricação de moldes de injeção de plásticos tem aumentado nos últimos anos e a constante necessidade de se produzir componentes com elevadas propriedades mecânicas, utilizando-se materiais e processos de baixo custo, tem sido uma incessante busca tecnológica. Por estas razões, a engenharia de superfície tem crescido, com objetivo de melhorar as propriedades tribológicas de materiais convencionais, em busca da elevação no desempenho de ferramentas.

A nitretação é um processo termoquímico que confere propriedades especiais à superfície dos aços, cujo tratamento envolve a difusão de nitrogênio para o interior do aço, em temperaturas entre 400 e 600°C, podendo ser realizada em meio gasoso e líquido (processos convencionais), ou por plasma. Porém, os processos convencionais têm inúmeras desvantagens, tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista humano e ambiental, já que se utilizam gases e líquidos nocivos durante o tratamento (ALVES JUNIOR, 2001).

O processo de nitretação por plasma pode ser aplicado em aços para trabalho a quente, aços rápidos, aços para trabalho a frio, aços ferramenta, aços ligados ou não e ferros fundidos, e vem ganhando aceitação na indústria por apresentar vantagens como (FANCHIN, 2000):

- Ausência de danos ao meio ambiente, pois não gera descarga tóxica ou nociva;
- Maior economia, porque a taxa de penetração do nitrogênio é mais rápida, permitindo temperaturas de nitretação mais baixas e menor tempo de tratamento;
- Melhor controle da espessura, da área de nitretação e da microestrutura da camada, mesmo em peças com geometrias complexas;
- Oportunidade de melhorar as propriedades metalúrgicas do metal com um custo inferior envolvido no processo;
- Capacidade de nitretar áreas específicas da peça fazendo uso de máscaras isolantes;
- Estabilidade dimensional e estrutural e mínima distorção.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foi utilizado o aço ferramenta AISI P20, cuja composição química é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química média do aço AISI P20.

Aço	C (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)
AISI P20	0,40	1,50	1,90	0,20	1,00

O aço AISI P20 utilizado neste estudo foi fornecido em barra no estado beneficiado com dureza de 28 HRC (150 Kgf). A barra de AISI P20 foi seccionada transversalmente e tratada termicamente sob condições de têmpera a 860°C e revenimento a 560°C durante duas horas.

Para a nitretação por plasma, foi utilizado um reator de dimensões internas de 600 mm de diâmetro e 1200 mm de altura, podendo tratar peças de até 200 kg. O processo foi conduzido a vácuo, sob plasma em corrente contínua pulsada e utilizou como gases o nitrogênio (99,99%) e hidrogênio (99,99%). Os parâmetros utilizados para a nitretação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros utilizados no processo de nitretação a plasma.

Aço/Condição AISI P20	Temperatura (°C)	Tempo (horas)	Atmosfera gasosa N₂/H₂ (%)
Condição (a)	520	3	75/25
Condição (b)			50/50
Condição (c)			25/75

Após o processo de tratamento superficial de nitretação a plasma, as amostras foram seccionadas e preparadas metalograficamente na seção transversal. A microestrutura foi avaliada por microscopia óptica. O perfil de microdureza da superfície nitretada foi realizado através de microdureza Vickers (HV 0,025). Foi realizada a avaliação dos resultados obtidos quanto aos parâmetros de processamento utilizados.

RESULTADOS

Todos os materiais foram tratados termicamente antes da nitretação para condicionamento da microestrutura do substrato. O tratamento foi selecionado de acordo com as características do ciclo de nitretação determinado para o aço AISI P20. A dureza obtida após o tratamento térmico de têmpera e revenido, foi de 46 HRC.

Em relação a composição gasosa na condição (a), um potencial elevado de nitrogênio favoreceu a formação de camada de compostos e um potencial baixo (c), apenas formação de zona de difusão. A condição (b) favoreceu a formação de uma fina camada branca.

As Figuras 1 e 2 e a Tabela 3 apresentam os resultados obtidos neste trabalho.

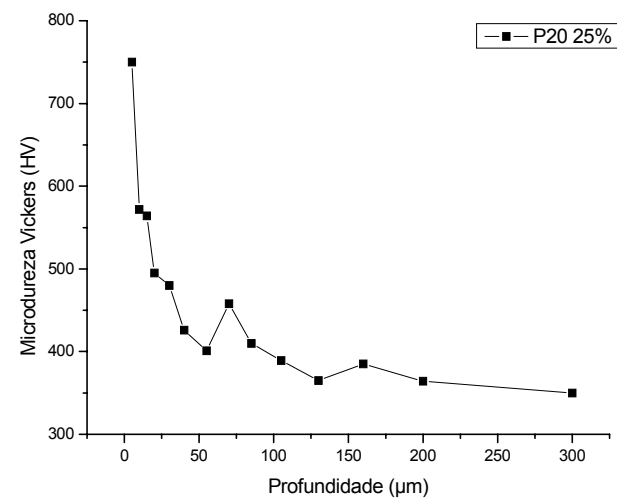
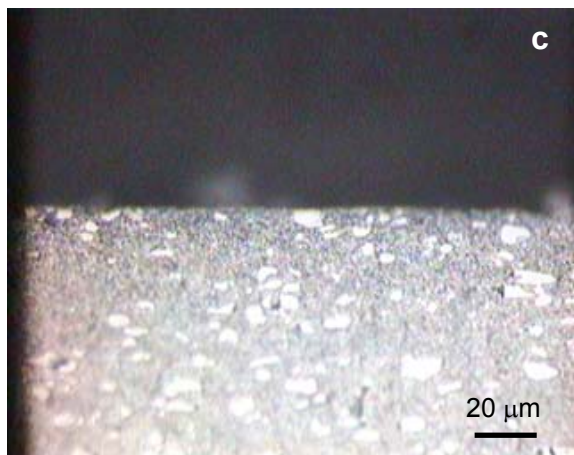
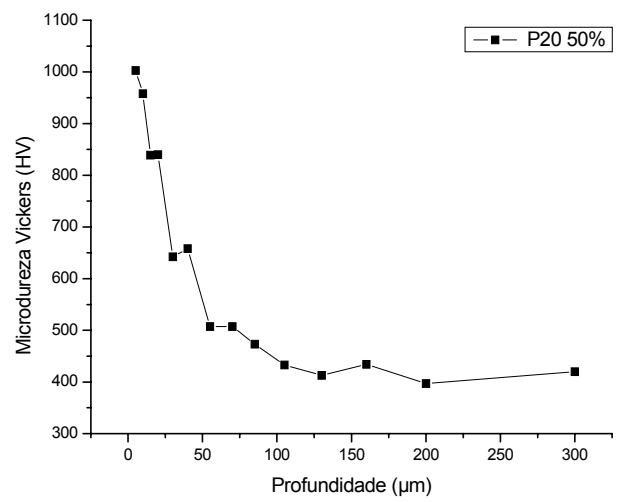
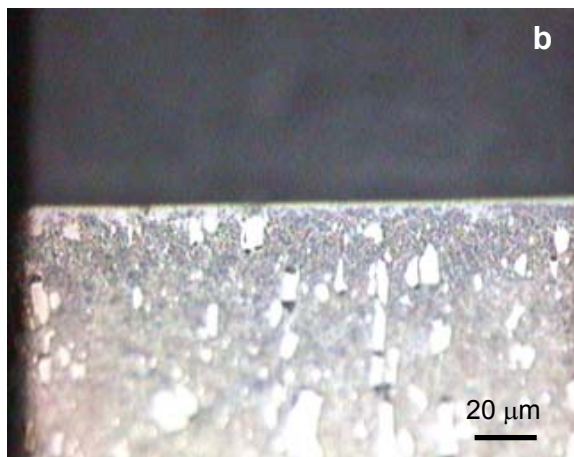
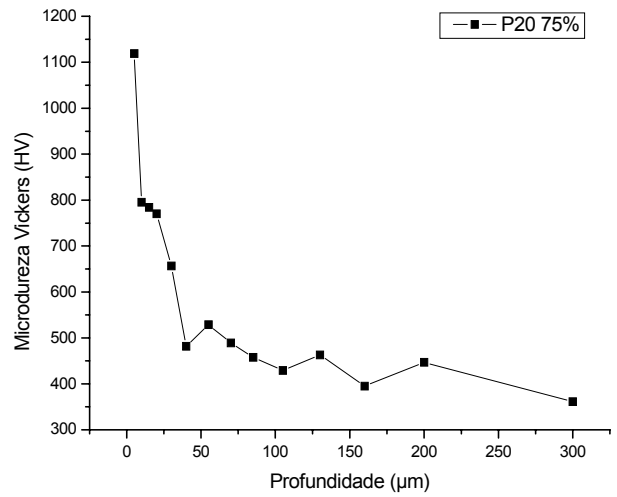
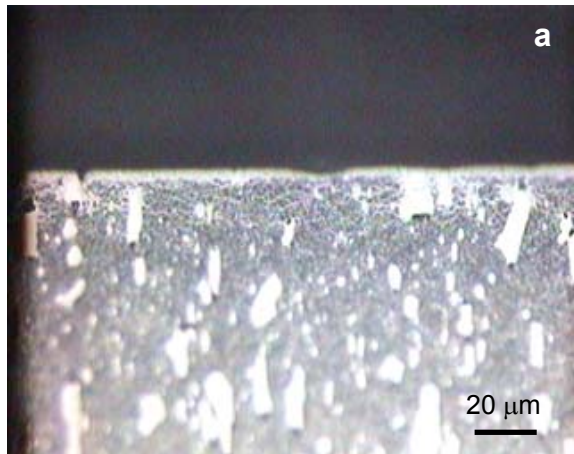


Figura 1. Micrografias da seção transversal apresentando a superfície nitretada e perfil de microdureza das amostras de aço AISI P20: a) 75N₂/25H₂, b) 50N₂/50H₂, c) 25N₂/75H₂.

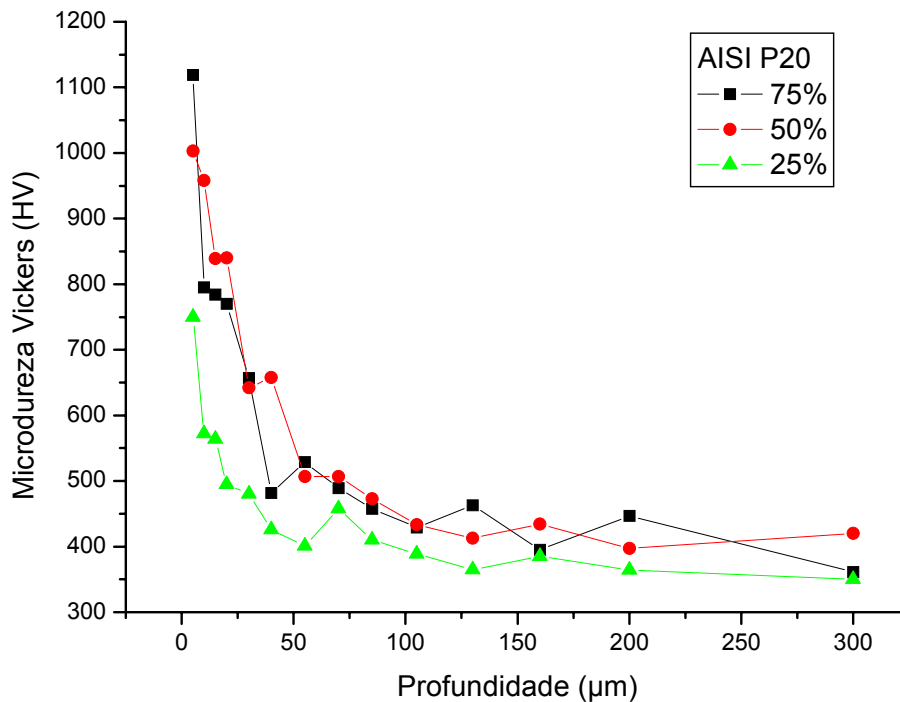


Figura 2. Perfil de microdureza das amostras de aço AISI P20 nitretadas a 520°C.

Tabela 3. Propriedades após nitretação por plasma.

Condição	ECC	EZD	HV 0,025
(a)	5	110	1120
(b)	3	70	1000
(c)	---	50	750

ECC: Espessura da camada de compostos (μm).

EZD: Espessura da zona de difusão (μm).

HV: Microdureza Vickers a 5 μm de profundidade.

DISCUSSÃO

Em relação a composição gasosa, um potencial elevado de nitrogênio favoreceu a formação de camada de compostos e um potencial baixo, apenas formação de zona de difusão. De acordo com as condições de tratamento, todas as amostras apresentaram uma queda no perfil de dureza da superfície para o interior do substrato até a profundidade de 50 μm (aproximadamente).

Para os aços ferramentas em geral, observou-se que existe a possibilidade de programar parâmetros de nitretação que controlam a microestrutura na superfície, de modo a formar ou não camada branca. A camada de compostos (branca) se forma quando a nitretação é realizada com uma mistura gasosa rica em nitrogênio a uma temperatura elevada. Ao contrário, quando a concentração de nitrogênio é menor, há também diminuição da formação da camada branca. Verificou-se que no aço AISI P20 nitretado conforme condição (a), ocorreu formação de camada branca, de elevada dureza, alcançando aproximadamente 1120 HV, comparado ao substrato cuja dureza era de 400 HV. Na condição (b) utilizou-se uma mistura gasosa equivalente de nitrogênio e hidrogênio, o que possibilitou a formação de uma fina camada de compostos de aproximadamente 1000 HV. As condições (a) e (b), são

favoráveis para utilização na superfície de ferramentas para moldes para injeção de plásticos, moldes e componentes de máquinas de fundição sob pressão.

Com uma concentração de nitrogênio menor (condição c), não ocorreu formação da camada de compostos, induzindo apenas à formação de uma fina camada de difusão para o interior do material, alcançando durezas de 750 HV, favorável em aplicações onde não é necessário elevado esforço mecânico.

CONCLUSÃO

A nitretação a plasma mostrou-se eficiente para o endurecimento superficial do aço AISI P20. Como verificado por vários autores, a nitretação por plasma é uma solução para o aumento da vida útil de peças e componentes e pode ser aplicada em aços para trabalho a quente, aços rápidos, aços para trabalho a frio, aços ferramenta, aços carbono ligados ou não e ferros fundidos. Outras principais vantagens verificadas estão relacionadas a formação de uma camada rígida sem presença de porosidades, controle do tipo de camada formada, permitindo otimizar as propriedades para cada aplicação do material e ausência de resíduos poluentes ao meio ambiente. Embora seja praticamente escasso os trabalhos publicados em relação a nitretação por plasma do aço AISI P20, os resultados obtidos foram satisfatórios para aplicação em moldes de injeção. O endurecimento proporcionado na superfície do material permite melhoria do desempenho final do molde pelo aumento da resistência ao desgaste. Nos casos de presença de camada branca, também ocorre melhoria das propriedades de corrosão, pois confere à superfície característica cerâmica.

A dureza da camada superficial foi influenciada pela concentração de nitrogênio da atmosfera gasosa. Nestas condições, o tratamento realizado com alto potencial de nitrogênio (75%N₂+25%H₂), favoreceu a formação de camada branca. Com isto, a nitretação por plasma do aço AISI P20 permite um controle sobre a metalurgia da superfície nitretada, favorecendo aplicações específicas do aço.

Devido à facilidade e a segurança no manuseio do gás nitrogênio e das propriedades adquiridas com os compostos nitretados, é promissora a aplicação da nitretação por plasma em vários segmentos das indústrias onde o incremento das propriedades químicas da superfície do metal, resistência à corrosão e propriedades mecânicas melhoradas são necessárias.

Agradecimentos

EMBRACO – Empresa Brasileira de Compressores
BRASIMET – Tratamentos Térmicos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AÇOS VILLARES S.A. **Aços para Ferramentas: Aços para Trabalho a Quente.** Curitiba: Imprensa Paranaense, 2000.
- 2 ALVES JÚNIOR, Clodomiro. **Nitretação a Plasma: fundamentos e aplicações.** Natal: UFRN, 2001.
- 3 FANCHIN, F; RODRIGUES, J. A.; CASTELETTI, L. C. Nitretação por Plasma pulsado de Aço do tipo SAE 1011: Caracterização da Camada Nitretada. **Revista Brasileira de Aplicações a Vácuo**, v. 19, n. 2, p. 16, 2000.

STUDY OF THE GAS MIXTURE COMPOSITION IN PLASMA NITRIDING OF STEEL AISI P20

*Moisés Luiz Parucker
Adriano Moreno
Cesar Henrique Wanke
Gustavo Maiochi Mendonça*

Abstract

The steel AISI P20 is especially intended for manufacturing plastic injection mould and matrices under the pressure foundry of light alloys. When you need greater resistance to the consuming, it can be submitted to thermochemistry treatment like cementation or nitriding. The plasma nitriding is a solution to increase the useful life of pieces and components and it has been gradually incorporated in several industrial applications aiming to obtain an increasing of its surface hardness and a higher deterioration resistance of some materials. The nitriding process also makes possible that the metallurgy of nitrated zone can be specified of form directed for the demanded properties of the component in each application. This work shows a study of plasma nitriding process on steel AISI P20 and the evaluation of influence of nitriding atmosphere (75%N₂/25%H₂, 50%N₂/50%H₂ and 25%N₂/75%H₂) in some treatment conditions (temperature: 520 °C and time: 3 hours) in its microstructure, depth and hardness of obtained surfaces.

Key-words: Plasma nitriding; Steel AISI P20; Microhardness.