

NITRETAÇÃO LÍQUIDA DO AÇO AISI H13¹

Mauro Carlos Lopes Souza²

Andressa Legora Machado³

Edson Luiz Alves⁴

Ítalo de Carvalho Italo⁵

Alerrandro dos Santos Reis Bighi⁶

Wilma Clemente de Lima Pinto⁷

Resumo

A Nitretação Líquida é um processo de tratamento termoquímico que produz modificações na camada superficial dos aços e outros metais, formando uma camada externa, constituída essencialmente de nitretos estáveis, alterando as propriedades de dureza superficial, resistência ao desgaste, à fadiga, corrosão e resistência térmica do material. A nitretação líquida utiliza um banho de cianeto de sódio ou potássio. É utilizada, no tratamento de metais ferrosos, metais refratários e até alumínio. A nitretação de superfícies tem ampla aplicação e é muito utilizada no tratamento de moldes de injeção, peças automotivas, moldes de extrusão, ferramentas de corte e usinagem de metais, punções de matrizes para corte. Nesse trabalho foram nitretadas amostras do aço AISI H13, muito utilizado na extrusão de alumínio. O tratamento principal processou-se num banho de cianeto a 576°C, por um tempo de 2h30. A camada branca resultante da nitretação foi estudada através de micrografias obtidas em microscópio óptico digital. Ao final do tratamento, por 2h30, a camada branca exibiu uma espessura de 21 µm e a camada nitretada total cerca de 55 µm. As medidas de microdureza Vickers alcançaram valores de 984 HV.

Palavras chave: Nitretação líquida; Aço H13; Processo tennifer; Dureza superficial.

LIQUID NITRIDING OF AISI H13 STEEL

Abstract

The Liquid Nitriding is a thermochemical treatment process that produces changes in the surface layer of steels and other metals, forming an outer layer, consisting predominantly of stable nitrides, altering the properties of hardness, wear resistance, fatigue, corrosion and heat resistance of the material. Nitriding uses a bath of liquid sodium and potassium cyanide. It is used in the treatment of ferrous metals, refractory metals and even aluminum. The nitriding of surfaces has broad application and is widely used in the treatment of injection molds, automotive parts, extrusion molds, cutting tools and metal machining, cutting dies for punctures. In this work were nitrided AISI H13 steel samples, is used in aluminum extrusion. The treatment was processed in a bath of cyanide at 576°C for a time of 2h30. The resulting white layer of nitride was studied by using a digital optical microscopy micrographs. At the end of treatment the white layer exhibited a thickness of 21 µm and the total nitrided layer of 55µm. The microhardness measurements showed values of 984 HV.

Key words: Liquid nitriding; H13 Steel; Tennifer process; Surface hardness.

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

² Engenheiro Químico, DSc. e Professor Adjunto do Depto. de Engenharia Mecânica da UERJ - RJ.

³ Tecnólogo em Processos Metalúrgicos pela Universidade Estadual da Zona Oeste – UÉZO – RJ.

⁴ Engenheiro Mecânico e Mestrando em Engenharia Mecânica pela UERJ – RJ

⁵ Engenheiro Metalúrgico pela UFF/ RJ e Engenheiro Metalúrgico da Empresa Brastêmpera – RJ.

⁶ Tecnólogo em Processos Metalúrgicos pela Universidade Estadual da Zona Oeste – UÉZO – RJ.

⁷ Engenheira Química, DSc., Professor Adjunto do Curso de Processos Metalúrgicos da UÉZO, RJ.

1 INTRODUÇÃO

A nitretação líquida é um processo de tratamento termoquímico que produz modificações na camada superficial dos metais e com muita aplicação nos aços e ferros fundidos.

O processo utiliza um banho de sal e, comercialmente, é conhecido como processo Tennifer ou Sursulf.

As aplicações dos processos de nitretação gasosa e líquida são bastante parecidos. O processo gasoso é recomendado quando se necessita de camadas nitretadas mais espessas.⁽¹⁾

A difusão do nitrogênio, forma uma camada externa de elevada dureza, devido à formação de nitretos estáveis. A modificação produzida pela nitretação líquida, na região superficial do substrato, pode gerar duas camadas distintas: camada branca ou composta, constituída de nitretos e espessura que pode chegar a 5 μm e a zona de difusão com o nitrogênio em solução sólida na ferrita e nitretos. A espessura total nitretada é bem menor que no caso da nitretação a gás e pode alcançar próximo de 25 μm .⁽²⁾ Essa técnica melhora as propriedades superficiais dos materiais metálicos. Além da elevada dureza, confere maior resistência à fadiga, muito melhor resistência ao desgaste, principalmente para trabalhos a quente e resistência à corrosão.

No processo de nitretação líquida, o meio nitretante é uma solução contendo uma mistura de sais. Os principais sais utilizados são os sais de sódio e de potássio. O processo opera num banho a uma temperatura entre 500°C a 570°C, ou seja, na mesma faixa da nitretação a gás. Na nitretação líquida o meio nitretante é um banho contendo solução que contém essencialmente cianeto de sódio (NaCN) ou cianeto de potássio (KCN), não havendo como evitar uma pequena incorporação de carbono ao filme nitretado, na superfície da peça.⁽³⁾

No caso do banho de cianeto de sódio (na proporção de 60% a 75% em peso da mistura) o banho é constituído de: NaCN = 96,5%; Na₂CO₃ = 2,5% e NaCNO = 0,5%. Quando se utiliza um banho de cianeto de potássio a composição do banho é de: KCN = 96,0%; K₂CO₃ = 0,6%; KCNO = 0,75% e KCl = 0,5%. Esses dois banhos são os banhos comerciais utilizados para aços em geral. Já para nitretação de aços ferramenta, os banhos mais usados são constituídos de: NaCN = 30%; Na₂CO₃ ou K₂CO₃ = 25%. Outros ingredientes ativos são usados no máximo 4,0%. O banho é complementado com KCl.⁽⁴⁾

A principal desvantagem da nitretação líquida, em relação à gás, é a espessura da camada nitretada, que varia entre 2,5 μm a 25 μm . Na nitretação a gás a camada nitretada pode chegar a 900 μm . Já a grande vantagem é o tempo mais reduzido da nitretação líquida.⁽⁴⁾

Na nitretação líquida é importante que as peças sejam resfriadas rapidamente, após o processo, para que o nitrogênio seja mantido em solução sólida no aço ou no ferro fundido. Contudo, o material nitretado não necessita ser submetido à têmpera, já que o processo não cria martensita. A dureza é dividida aos nitretos formados.

No processo de nitretação líquida, há liberação concomitante de Nitrogênio e Hidrogênio. Logo no início do processo ocorre pequena difusão de hidrogênio no metal, mas, a formação imediata de nitretos inibe a difusão do hidrogênio. O processo de nitretação de aços é uma técnica excelente para prevenir a difusão de hidrogênio nos aços, principalmente em atmosferas muito úmidas. Vale lembrar que o hidrogênio é fragilizante dos aços.

A resistência ao desgaste aumenta consideravelmente após a nitretação das peças e a resistência à fadiga também é bastante aumentada.⁽⁵⁾

No presente trabalho, a técnica de nitretação líquida, foi utilizada no aço H13, muito usado como aço ferramenta e para moldes de extrusão de metais, notadamente de perfis de alumínio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A composição química percentual do Aço H13, utilizado nos trabalhos de nitretação líquida, é mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 – Análise Química do Aço H13 (%)⁽⁵⁾

AISI	C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	V
H13	0,43	0,36	0,03	0,01	1,16	5,36	1,36	1,01

Este aço ferramenta é destinado à fabricação de matrizes para forjamento a quente, em prensas, fabricação de moldes para injeção, ferramentas para corte a quente, matrizes para a fundição de ligas de alumínio, chumbo, estanho e zinco e ferramentas para extrusão de ligas leves. Aço para trabalho a quente, ligado ao cromo-molibdênio-vanádio, temperável em óleo ou ar, de excelente tenacidade, alta resistência mecânica, boa resistência ao desgaste em temperaturas elevadas. Apresenta boa resistência à fadiga térmica, ao choque térmico e amolecimento pelo calor.

As amostras de aço H13 provenientes de barras cilíndricas foram cortadas em corpos de prova com as dimensões: 2,0 cm x 1,0 cm x 0,5 cm. Estas foram previamente lixadas até lixa 400. A escolha do aço H13 foi devido à facilidade de nitretação e os excelentes resultados que são obtidos em relação à grande resistência ao desgaste e à corrosão, quando usado como moldes para extrusão de alumínio, na indústria de perfis.

Os corpos de prova foram pré-aquecidos em forno, até 400 C, por cerca de 30 minutos. As amostras de aço H13 foram nitretadas pelo processo TENIFER, num forno de banho de sal conforme mostrado na figura 1.

Quatro lotes de amostras foram preparados para nitretação com os tempos de 1 h, 2h30, 3 h e 4 h.

As peças foram imersas no banho de cianeto de sódio, com a temperatura variando entre 572°C e 576°C, durante os tempos previstos de 60 minutos, 150 minutos, 180 minutos e 240 minutos.

Após retiradas do banho, as amostras foram resfriadas ao ar, por 2 minutos. Em seguida, foram imersas em água morna, para remoção do excesso de sal da superfície.



Figura 1 – Forno de Banho de Sal.

Após, as amostras foram cortadas ao meio e depois submetidas a toda seqüência do processo de preparação (polimentos e ataque com Nital a 3.0% HNO_3). Em seguida observadas ao Microscópio Óptico, com aumento de 400 vezes, para medição da camada branca e da camada nitretada total.

As medidas de dureza das amostras nitretadas foram realizadas por microdureza Vickers (HV). Utilizou-se o microdurômetro LEITZ, Modelo NR498366, com carga de 50 g.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nitretação das amostras de aço H13 foram feitas com 4 tempos crescentes: 1 h, 2h30, 3 h e 4 h. A Figura 2 mostra a curva de crescimento da camada nitretada, obtida experimentalmente, versus o tempo de nitretação líquida para até 4 horas de nitretação, para o aço H13 comparada com a dos aços carbono 1015 e 1045. De acordo com Chiaverini,⁽⁴⁾ e conforme pode ser visto na Figura 2, para os aços carbono, o teor de carbono a camada nitretada é inversamente proporcional ao teor de carbono. Já para os aços liga, com alto cromo, a camada nitretada é mais delgada ainda

O gráfico da Figura 3 relaciona o tempo versus a temperatura para a nitretação feita com 2h30, que é um tempo bastante adequado para o aço H13. A marca B, no gráfico da Figura 2, mostra o momento que as amostras, já pré-aquecidas, foram introduzidas no banho de cianeto, quando este já encontrava-se com sua temperatura estabilizada em cerca de 576°C, que é uma temperatura adequada para nitretação líquida do aço utilizado.

Conforme pode ser observado na Figura 2, a temperatura do banho se manteve bastante estável entre 572°C e 576 °C.

Após o tempo de nitretação, de 2h30, as amostras foram retiradas do banho (o que corresponde ao ponto C do gráfico). Em seguida foram resfriadas ao ar,

durante 2 minutos e, após, imersas em água morna para remoção do excesso de sal da superfície das peças, provenientes do banho de cianeto.

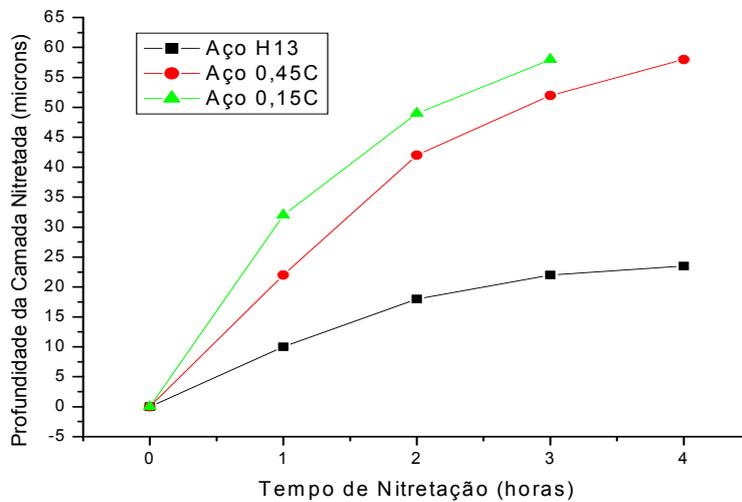


Figura 2 – Tempo de nitretação líquida versus a profundidade da camada nitretada para o Aço H13 e os aços carbono 1015 e 1045.

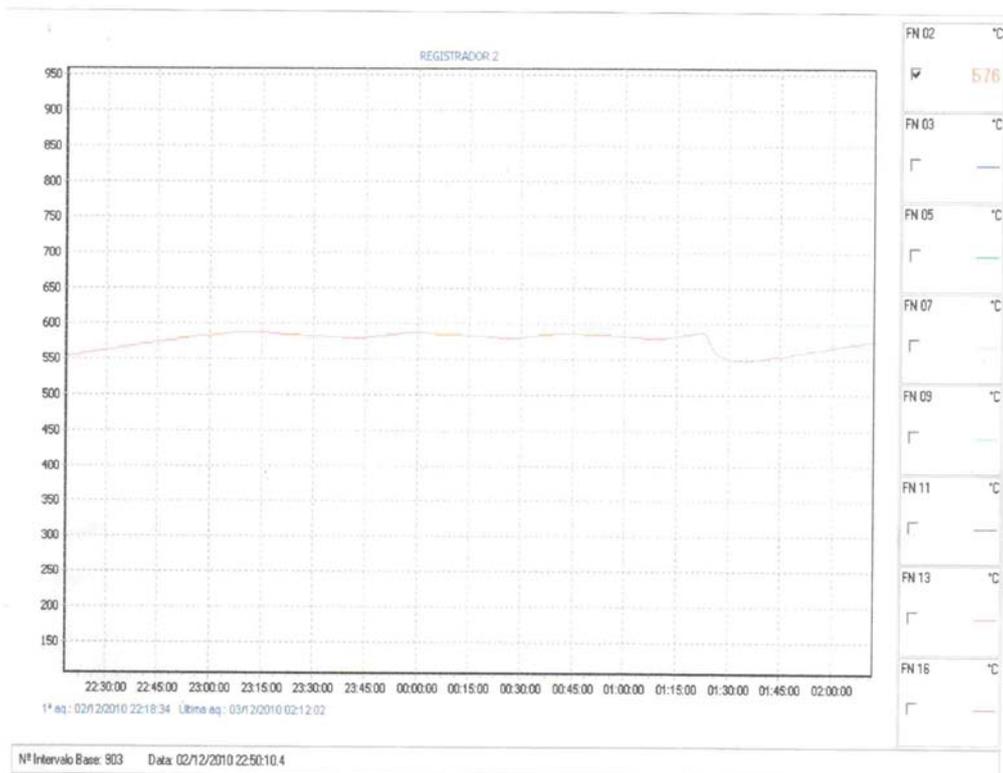


Figura 3 – Gráfico da Temperatura versus o tempo de nitretação de 2h30.

Após a preparação para microscopia (lixamento até lixa 800, pasta de alumina 1 e pasta diamante 1), as amostras foram atacadas com nital (3% HN03 + 97% álcool isopropílico). Em seguida, as amostras foram observadas no Microscópio Óptico Digital com aumento de 400 x, para medição da camada branca e da camada total nitretada.

As imagens do microscópio foram processadas por um software dedicado e mostradas na tela do computador, conforme pode ser visto na Figura 4.

De acordo com os dados de entrada, o programa do computador fornece, automaticamente, a medição da camada branca, que exibiu um valor médio de 21 μm .

Notar que os pontos (1), (2) e (3), marcados na micrografia foram reconhecidos automaticamente pelo software e no próprio software é mostrada a espessura da camada branca da amostra nitretada.

A camada total nitretada não chegou a ser medida com precisão, através do software do computador, pois, não era o objetivo principal desse trabalho. Todavia, através da observação da micrografia, foi possível se estimar que esta era da ordem de 55 μm .



Figura 4 - Micrografia da amostra ao Microscópio Óptico Digital, mostrando a camada branca nitretada em banho de cianeto, por 2:30 h.

As medições de microdureza Vickers, antes do tratamento, variavam entre 382 HV e 388 HV. Após o tratamento por 2h30, esse valor alcançou 984 HV mostrando a eficiência do processo. A Figura 5 ilustra as medições de dureza, na amostra do aço H13 nitretada por 2h30, comparado com uma amostra, não nitretada, desse mesmo aço.

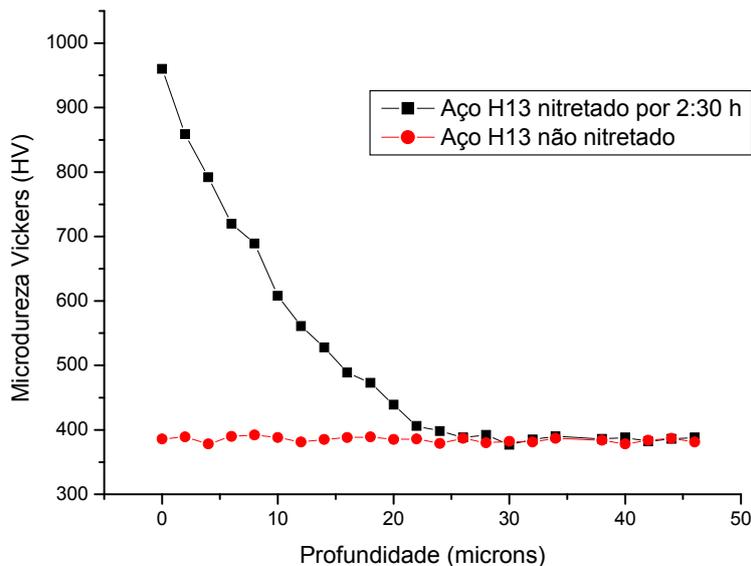


Figura 5 - Microdureza Vickers versus profundidade da camada branca da amostra do aço H13 nitretada por 2h30, comparado com uma amostra não nitretada.

4 CONCLUSÕES

Os objetivos do tratamento por nitretação líquida do aço H13 estudado foram alcançados. A espessura da camada branca pretendida, de cerca de 21 μm , para o tempo de tratamento de 2h30, foi obtida com êxito, graças à temperatura do banho, a composição do banho e o tempo de nitretação precisamente estabelecidos e controlados.

Os objetivos quanto à resistência ao desgaste e à corrosão do aço estudado foram também alcançados, de acordo com as medidas de microdureza Vickers efetuadas, obtidas após o processo de nitretação. O tratamento se mostrou muito eficiente para o aumento da dureza superficial do Aço H13.

Agradecimentos

Agradecemos à Empresa Brastêmpera, de tratamentos térmicos de metais, pelo apoio que tem dado às Universidades, na medida do possível, no oferecimento de suas instalações, onde foram realizadas a nitretação líquida e a metalografia das amostras do aço H13.

REFERÊNCIAS

- 1 NOVIKOV, I., Teoria dos Tratamentos Térmicos dos Metais, RJ, Editora UFRJ, 1994.
- 2 COSTA E SILVA, A. L., MEI, P. R., Aços e Ligas Especiais, Editora Edgard Blücher, SP, 3^a. Edição, 2010.
- 3 HONEYCOMBE, R. W. K., Aços, Microestrutura e Propriedades, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1^a. Edição, 1982.
- 4 CHIAVERINI, V., Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas, Edição da ABM, SP, 2003.
- 5 ASM COMMITTEE ON NITRIDING, Metals Handbook, Vol. 2, 8nd. Ed, 1964, pag 194.