

Nitretação líquida do aço AISI H13

Liquid nitriding of AISI H13 steel

DOI:10.34117/bjdv7n3-585

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 23/03/2021

Mauro Carlos Lopes Souza

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro (Uezo)

Endereço: Av. Manuel Caldeira de Alvarenga, 1203 – Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ- Brasil

E-mail: mauroclsouza@hotmail.com

Andressa Legora Machado

Graduanda da Escola de Engenharia

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro (Uezo). Endereço: Av. Manuel Caldeira de Alvarenga, 1203 – Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ

E-mail - anderessalegora@yahoo.com

Juliane Carera Marín

MSc. em Tecnologia de Materiais pela Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro (Uezo)

Instituição: Uezo. Endereço: Av. Manuel Caldeira de Alvarenga, 1203 – Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ

E-mail: julianemarin@yahoo.com.br

Ítalo de Carvalho Italo

MSc em Metalurgia pela Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro (Uezo)

Instituição: Brastêmpera Beneficiamento De Metais Ltda. Endereço: Av. Brasil, 44378 - Campo Grande, Rio de Janeiro - RJ, 23078-001

E mail: italo@brastemperacom.br

Neyda de la Caridad Om Tapanes

Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ)

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste do Rio de Janeiro (Uezo)

Endereço: Av. Manuel Caldeira de Alvarenga, 1023 – Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ Brasil

E-mail: neydaom@yahoo.com

RESUMO

A nitretação de um material metálico pode ser líquida ou gasosa. A nitretação líquida produz endurecimento na superfície do metal tratado, pois, é um tratamento térmico que produz nitretos estáveis de elevada dureza, que resiste bem ao desgaste, à fadiga, ao calor e à corrosão. Utiliza um banho de cianeto de sódio ou potássio, sendo geralmente utilizada em aços ferrosos, para moldes de injeção de muitos materiais metálicos e, até mesmo, de polímeros. No presente trabalho, a nitretação líquida foi feita no aço H13, usado para extrusão de alumínio, pelo processo Tennifer. O tratamento processou-se num banho de cianeto, a 576 °C, por um tempo de 2 h e 30 min. Os resultados mostraram que as medidas de micro dureza Vickers foram de 985 HV. A camada branca resultante foi estudada através de micrografias obtidas em microscópio óptico digital. As micrografias estudadas mostraram que a camada branca exibiu uma espessura de 21µm e a camada nitretada total media cerca de 55 µm.

Palavras-chave: Nitretação líquida, Aço AISI H13, Processo Tennifer, Dureza superficial.

ABSTRACT

The nitriding of a metallic material can be liquid or gaseous. Liquid nitriding produces hardening on the surface of the treated metal, as it is a heat treatment that produces high hardness, stretchable nitrides that resist well wear, fatigue, heat and corrosion. It uses a sodium or potassium cyanide bath, being generally used in ferrous steels, for injection molds of many metallic materials and even polymers. In the present work, liquid nitriding was done on H13 steel, used for aluminum extrusion, by the Tennifer process. The treatment was carried out in a cyanide bath, at 576 oC, for a time of 2 h and 30 min. The results showed that the Vickers microhardness measurements were 985 HV. The resulting white layer was studied through micrographs obtained with a digital optical microscope. The micrographs studied showed that the white layer exhibited a thickness of 21 µm and the total nitrided layer measured about 55 µm.

Keywords: Liquid nitriding, AISI H13 steel, Tennifer process, Superficial hardness.

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. (Novikov, 1994).

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 . (Costa e Silva, *et al.* 2010). 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. (Honeycomb, 1982).

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 NaCN0 = 0,5%. Quando se utiliza um banho de cianeto de potássio a composição do banho é de: KCN = 96,0%; K₂CO₃ = 0,6%; KCN0 = 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. (Chiaverini, 2003).

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 . A grande vantagem é o tempo mais reduzido da nitretação líquida. (Chiaverini, 2003).

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 para os aços.

A resistência ao desgaste aumenta consideravelmente após a nitretação das peças e a resistência à fadiga também é bastante aumentada (Metals Handbook, 1964)

No presente trabalho, a técnica de nitretação líquida, utilizada no aço H13, é muito usada em aços ferramentas 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 na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise Química do Aço H13 (%)

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 em um banho de cianeto de sódio, com a temperatura entre 572°C e 576°C, durante os tempos previstos de 60 min., 150 min., 180 min. e 240 min. 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, (2003) 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.

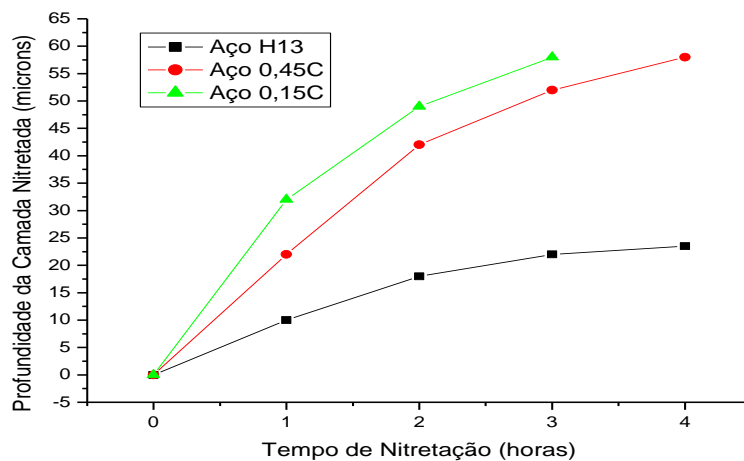
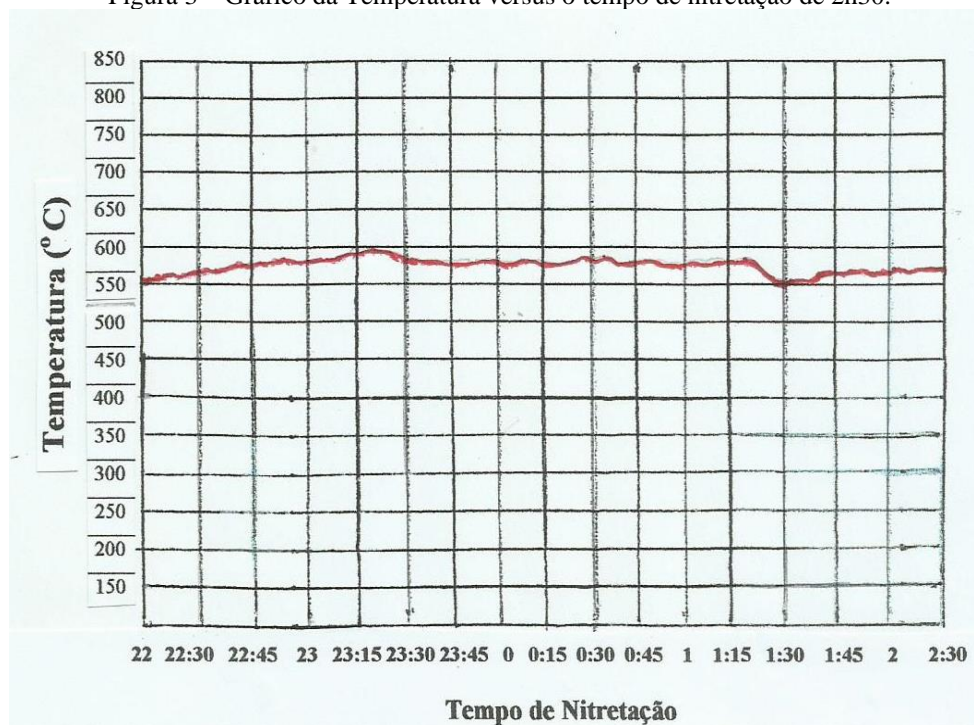


Figura 3 – Gráfico da Temperatura versus o tempo de nitretação de 2h30.



O gráfico da figura 3 relaciona o tempo versus a temperatura para a nitretação feita com 2:30 hs, que 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 a nítretação líquida do aço utilizado.

Após a preparação para microscopia (lixamento até a 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), na figura 4, marcados na micrografia foram reconhecidos automaticamente pelo software e no próprio software é mostrada a espessura da camada branca da amostra nitretada.

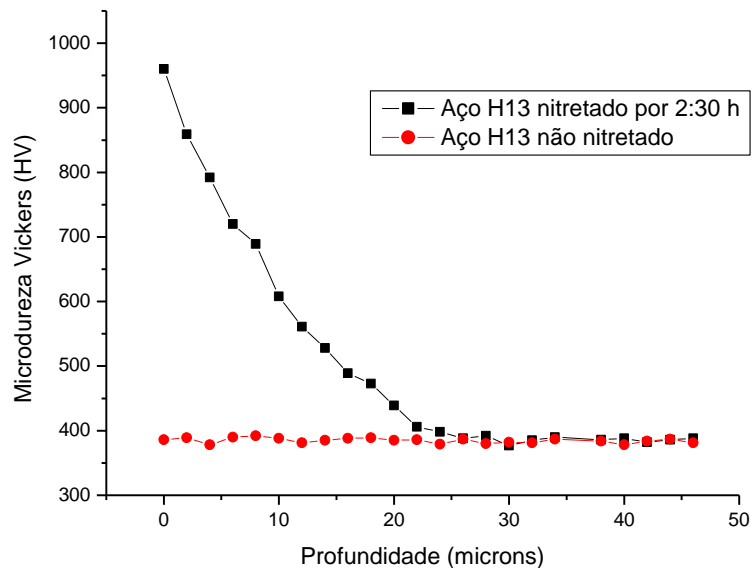
A camada total nitretada não chegou a ser medida com precisão, através do software do computador, pois, não era o objetivo principal desse trabalho. Todavia, através da observação da micrografia, foi possível se estimar que esta era da ordem de 55 µm.

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



As medições por 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 termoquímico, 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, no oferecimento de suas instalações, onde foram realizadas as nitretações líquidas e a metalografia das amostras do aço H13. Os autores

agradecem o suporte financeiro dado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, ao estudo realizado.

REFERÊNCIAS

ASM COMMITTEE ON NITRIDING, *Metals Handbook*, Vol. 2, 8nd. Ed, 1964, pag. 194.

CHIAVERINI, V., *Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas*, SP, Edição ABM, 2003.

COSTA E SILVA, A. L., MEI, P. R., *Aços e Ligas Especiais*, Editora Edgard Blücher, SP, 3^a. Edição, 2010.

HONEYCOMBE, R. W. K., *Aços, Microestrutura e Propriedades*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1^a. Edição, 1982.

NOVIKOV, I., *Teoria dos Tratamentos Térmicos dos Metais*, RJ, Editora UFRJ, 1^a Edição, 1994.