

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO DE NORMALIZAÇÃO NA AVALIAÇÃO DA CORROSÃO UNIFORME E PUNTIFORME DOS CUPONS DE AÇO AISI 1020

Elaine C. Pereira^{1*}, Gustavo de A. B. Gomes¹ e Lucas M. de Souza¹

1 - Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UNF), Campos dos Goytacazes, RJ.

lucasmenezessf@hotmail.com

RESUMO

Cupons de perda de massa são empregados no monitoramento de processos corrosivos e fornecem dois tipos de informação, a corrosividade do ambiente e o dano que a instalação sofre. As empresas de monitoramento adquirem cupons de diferentes fornecedores, e pouco se observa quanto ao tipo de processamento, composição, microestrutura, tipo de tratamento térmico entre outros parâmetros e o quanto, podem influenciar na confiabilidade dos resultados. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tratamento térmico de normalização na microestrutura e nas taxas de corrosão uniforme e por pites em cupons de corrosão de aço AISI 1020, que foram seccionados das seções longitudinal e transversal de um tarugo. Os cupons foram ensaiados em loop de corrosão tendo como fluido a água potável. As taxas de corrosão uniforme e puntiforme foram determinadas de acordo com a norma NACE RP0775. Na caracterização microestrutural foram envolvidas análises por microscopia óptica, observando o tamanho de grão, além da medição de dureza Vickers. Os cupons tratados termicamente apresentaram tamanho de grão e morfologia diferentes dos cupons no estado como recebido. Foi observada maior densidade de inclusões nos cupons seccionados da seção longitudinal, sendo possível estabelecer uma relação direta com a taxa de corrosão por pites. Quanto à corrosão uniforme, todos os cupons tiveram a classificação qualitativa como moderada. Quanto à corrosão puntiforme, todos os cupons tiveram a classificação qualitativa como severa.

Palavras-chave: Cupons, tratamento térmico, corrosão uniforme, corrosão puntiforme.

INTRODUÇÃO

O aço carbono AISI 1020 é um aço que apresenta baixo teor de carbono que é utilizado em peças de tamanhos extensos e que não sejam submetidas à grande variação de temperatura ⁽¹⁾. Para alterar as propriedades dos aços ou conferir características específicas a esses, se faz necessário empregar um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento sob condições controladas, que é conhecido como tratamento térmico ⁽²⁾. O tratamento térmico de normalização é um dos mais comumente utilizados com o objetivo de homogeneizar e refinar a microestrutura dos aços carbono, além de conferir maior facilidade de usinagem ⁽²⁻³⁾.

Os cupons são corpos de prova metálicos, que são acoplados em locais específicos de linhas de dutos e que periodicamente são retirados e submetidos às análises laboratoriais para a quantificação das taxas de corrosão ⁽⁴⁾. Contudo, as empresas de monitoramento da corrosão possuem pouco conhecimento em relação a diversos parâmetros que podem alterar a confiabilidade dos resultados obtidos, entre esses o tratamento térmico submetido.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tratamento térmico de normalização na microestrutura e no comportamento das corrosões uniforme e por pites, pelo método de perda de massa em cupons de aço AISI 1020, que foram seccionados das seções transversal e longitudinal de um tarugo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

No presente trabalho foi avaliado o desempenho de cupons de corrosão no formato retangular, de mesmas dimensões, produzidos a partir de tarugos de aço AISI 1020. Os cupons utilizados foram seccionados das seções longitudinal e transversal do tarugo.

Tratamento térmico de normalização

No total, dois cupons seccionados de cada seção do tarugo (longitudinal e transversal) foram submetidos ao tratamento térmico de normalização, em forno EDG modelo EDG3P-S, com taxa de aquecimento 20°C/min na temperatura de 915°C durante 1 hora e resfriados lentamente ao ar. Outros dois cupons seccionados de cada seção do tarugo foram mantidos sem tratamento térmico, no estado como recebido.

Preparação metalográfica

Foram realizadas as etapas de corte, embutimento, lixamento, polimento e ataque químico para obtenção de uma superfície adequada para caracterização microestrutural de quatro amostras que representam cada uma das condições e seções as quais os cupons foram seccionados do tarugo

Análise de inclusões

A caracterização das inclusões foi determinada de acordo com a norma ASTM E45 ⁽⁵⁾, utilizando o microscópio ótico Olympus LX40 após a etapa de polimento das amostras preparadas metalograficamente. A densidade de inclusões foi calculada pela contagem do número de inclusões por unidade de área.

Análise microestrutural

Com auxílio do microscópio óptico Olympus LX40 foram realizadas as análises qualitativas e quantitativas das amostras com objetivo de obter as micrografias, verificar as fases adequadamente reveladas e os tamanhos de grãos pelo método do padrão linear.

O Ensaio de dureza Vickers foi medido com auxílio do durômetro TUKON 2500, que dispõe de um penetrador de diamante com a ponta piramidal. Em cada amostra foram realizadas 5 endentações, sob uma carga de 2 kgf durante 10 segundos.

Ensaio de corrosão

O ensaio de corrosão foi realizado de acordo a norma NBR 6210 ⁽⁶⁾. A preparação dos cupons para o ensaio seguiu as seguintes etapas: decapagem química, lixamento e jateamento abrasivo. Com isso, foi possível obter uma superfície uniforme e sem imperfeições.

Feito isso, os oito cupons foram ensaiados em loop de corrosão. O ensaio procedeu em um período de 35 dias tendo água potável como fluido. Com auxílio de um medidor multiparâmetros da Lovibond, modelo SensoDirect 150, foram coletadas medidas diárias de pH, CD (condutividade) e OD (oxigênio dissolvido), e feitas correções, quando necessárias, no nível da água do loop.

Após a finalização do ensaio, os cupons foram submetidos novamente à limpeza e à decapagem química com o intuito de eliminar a camada de óxido e qualquer contaminação que pudesse prejudicar a determinação da perda de massa dos mesmos.

Classificação da susceptibilidade a corrosão

A classificação qualitativa da taxa de corrosão uniforme de cupons aço carbono foi feita de acordo com a norma NBR 6210 que classifica a taxa de corrosão como baixa, moderada, alta ou severa ⁽⁶⁾.

A caracterização da corrosão por pites foi feita com base nas orientações da norma NACE RP0775 (2005) em relação à taxa máxima de corrosão por pites ⁽⁷⁾.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de inclusões

As inclusões podem ser facilmente identificadas como partículas irregulares e mais escuras que o metal base polido. A Figura 1 apresenta a superfície polida das amostras no estado inicial e normalizada, dos cupons seccionados das seções transversal e longitudinal do tarugo. A análise de densidade de inclusões (/mm²) apresentou para a amostra na condição de estado inicial os valores de $30,1 \pm 8,7$ e $9,8 \pm 3,5$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal (A) e transversal (B), e para a amostra na condição de tratados termicamente os valores de $21,9 \pm 7,3$ e $8,7 \pm 4,1$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal (C) e transversal (D).

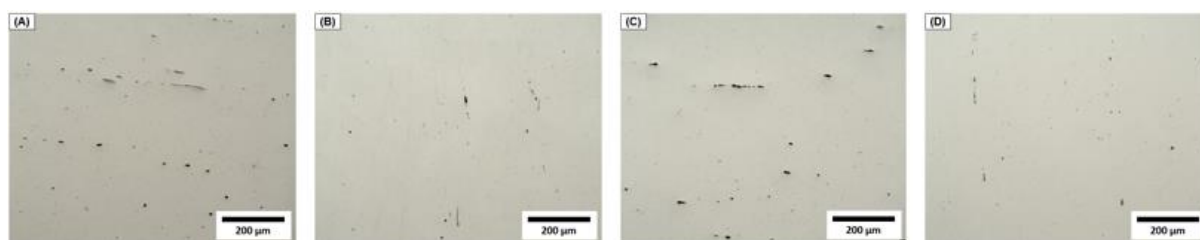


Figura 1: Superfícies polidas das amostras de cupons na condição de estado inicial seccionados da longitudinal (A) e transversal (B) ampliadas em 100x, e de cupons na condição de tratados termicamente seccionados da longitudinal (C) e transversal (D) ampliadas em 100x.

Análise microestrutural

A Figura 2 (A, B, C, D) apresenta a microestrutura da amostra de aço AISI 1020 no estado inicial referente aos cupons seccionados das seções longitudinal (A, B) e transversal (C, D) ao tarugo. O aço apresenta durezas Vickers médias de 155 ± 10 (HV) e 153 ± 11 (HV), respectivamente, dos cupons seccionados das seções longitudinal (A, B) e transversal (C, D). A microestrutura na condição de estado inicial é bruta de fusão e possui grãos de perlita em matriz de ferrita, além disso, essa estrutura apresenta variabilidade morfológica.

A Figura 2 (E, F, G, H) apresenta a microestrutura da amostra de aço AISI 1020 normalizada inicialmente referente aos cupons seccionados das seções longitudinal (E, F) e transversal (G, H) ao tarugo. O aço apresenta durezas Vickers médias de 141 ± 7 (HV) e 143 ± 6 (HV), respectivamente, dos cupons seccionados das seções longitudinal (E, F) e transversal (G, H). A microestrutura na condição de tratada termicamente por normalização é refinada, equiaxial e apresenta colônias de perlita formadas nos contornos de grãos de ferrita.

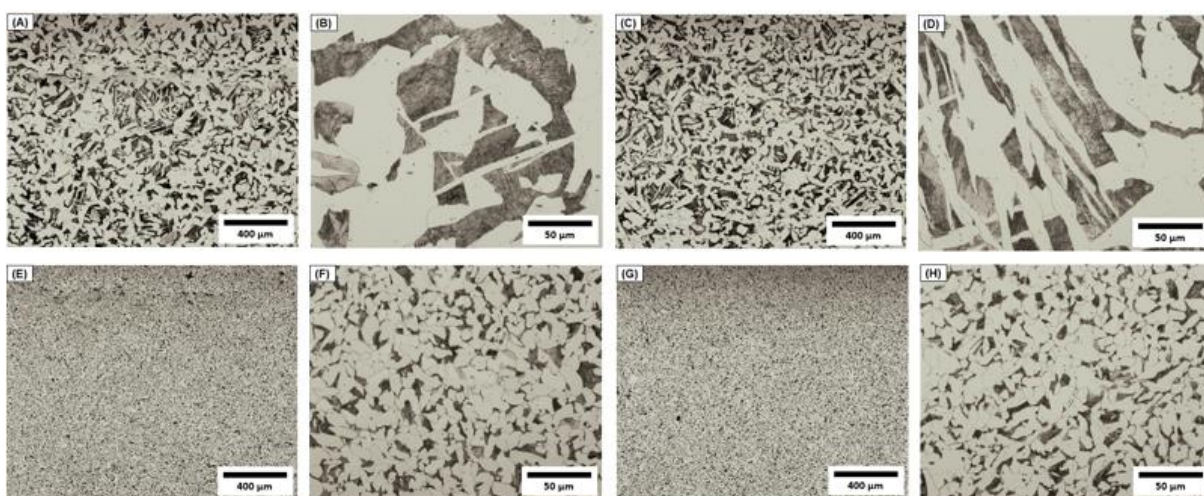


Figura 2: Micrografias da amostra dos cupons seccionados da seção longitudinal do tarugo de aço AISI 1020 no estado inicial ampliada em 50x(A) e 400x(B), e da amostra dos cupons seccionados da seção transversal ampliada em 50x(C) e 400x(D); micrografias da amostra dos cupons seccionados da seção longitudinal do tarugo de aço AISI 1020 normalizada ampliada em 50x(E) e 400x(F), e da amostra dos cupons seccionados da seção transversal ampliada em 50x(G) e 400x(H).

Corrosão uniforme

As taxas de corrosão uniforme (mm/ano) apresentaram para os cupons na condição de estado inicial os valores de $0,0808 \pm 0,0090$ e $0,0854 \pm 0,0092$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal e transversal, e para os cupons na condição de tratados termicamente os valores de $0,0797 \pm 0,0045$ e $0,0865 \pm 0,0097$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal e transversal. De acordo com a NACE RP0775 ⁽⁷⁾, as taxas de corrosão dos cupons no estado como recebido e após o tratamento térmico para ambas as seções são classificadas qualitativamente como moderadas. Observa-se que o tratamento térmico não alterou significativamente a taxa de corrosão, o que condiz com a literatura, que afirma na prática o efeito do tratamento térmico na corrosão é raramente observado, porque a difusão de oxigênio controla a taxa nos ambientes usuais ⁽⁸⁾.

Corrosão puntiforme

A determinação da taxa de corrosão por pites seguiu as orientações da norma RP0775. Na Figura 3 são mostrados os pites contidos em algumas regiões na parte frontal dos cupons de seção transversal em estado inicial (A) e normalizados (B), e dos cupons de seção longitudinal em estado inicial (C) e normalizados (D), mostrando que todos os cupons apresentaram muitos pites e com tamanhos semelhantes.

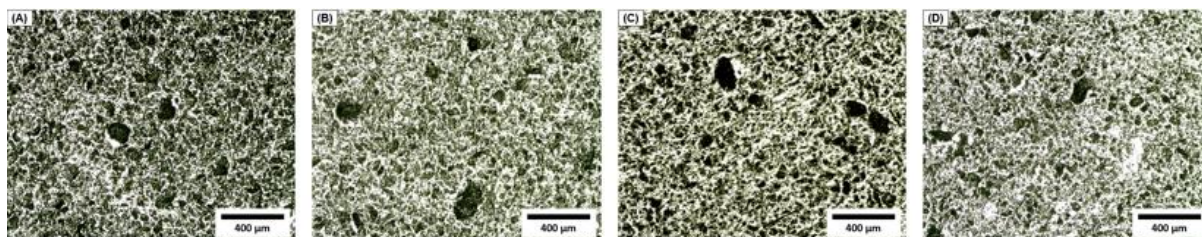


Figura 3: Micrografias dos pites de corrosão dos cupons na condição de estado inicial seccionados da longitudinal (A) e transversal (B) ampliadas em 50x, e de cupons na condição de tratados termicamente seccionados da longitudinal (C) e transversal (D) ampliadas em 50x.

As taxas de corrosão puntiforme (mm/ano) apresentaram para os cupons na condição de estado inicial os valores de $0,587 \pm 0,036$ e $0,534 \pm 0,036$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal e transversal, e para os cupons na condição de tratados termicamente os valores de $0,613 \pm 0,036$ e $0,508 \pm 0,036$, respectivamente, seccionados das seções longitudinal e transversal. As classificações qualitativas da corrosão puntiforme para todas as amostras, em ambas as condições e seções, são consideradas como severas.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que há uma relação direta entre a densidade de inclusões e a taxa de corrosão por pites quando se compara os valores obtidos entre os cupons seccionados da seção longitudinal e transversal ao tarugo. Ao contrário dessa relação, a taxa de corrosão uniforme apresentou comportamento inversamente proporcional à densidade de inclusões.

O valor mais elevado de dureza encontrado na amostra na condição de estado inicial se deve ao fato dessa amostra apresentar uma estrutura bruta de fusão observada na análise metalográfica. Essa estrutura apresenta irregularidades e variabilidade morfológica, enquanto a estrutura da amostra normalizada é uniforme e equiaxial.

O tratamento térmico de normalização não produziu efeito em termos da classificação qualitativa da corrosão de acordo com a norma NACE RP0775. As taxas de corrosão uniforme e por pites foram classificadas, respectivamente, como moderada e severa para todas as amostras.

AGRADECIMENTOS

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Projeto PETRO-CORROSÃO – Parceria entre o Laboratório de Materiais Avançados/UENF e a PETROBRAS, por adquirir os cupons de corrosão avaliados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. SANTOS, R. D. M. Investigação da corrosão do aço carbono AISI 1020 em soluções de NaCl utilizando microscopia óptica in situ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 2016, 87p.
2. CHIAVERI, V. Aços e ferros fundidos. 7ed. São Paulo. Brasil. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM. 2005, 599 p.
3. COLPAERT, H. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. 4 ed. São Paulo. Blucher. 2008, 653 p.
4. ALMEIDA, N. L. et al. Causas da ocorrência de pites em cupons de aço carbono. Intercorr Congresso Brasileiro De Corrosão. Fortaleza. Brasil. 2010, 1-20 p.
5. ASTM E45. Standard Test Methods for Determining the Inclusion Content of Steel, ASTM International. 2018, 20p.
6. ABNT NBR 6210. Corrosão atmosférica - materiais metálicos - preparo, limpeza e determinação da taxa de corrosão de corpos de prova em ensaios de corrosão. 2008, 9p.
7. NACE RP 0775. Preparation, installation, analysis, and interpretation of corrosion coupons in oilfield operations. 2005, 19p.
8. REVIE, R. W., Uhlig, H. H. Corrosion and corrosion control. New Jersey. Wiley-Interscience. 4 ed. 2008, 490 p.

INFLUENCE OF NORMALIZING HEAT TREATMENT ON THE EVALUATION OF UNIFORM AND PUNCTIFORM CORROSION OF AISI 1020 STEEL COUPONS

ABSTRACT

Mass loss coupons are used in monitoring of corrosive processes and provide two types of information, the corrosivity of the environment and the damage that the installation suffers. Monitoring companies obtain coupons from different suppliers, and little notes about the type of processing, composition, microstructure, type of heat treatment, between other parameters and how they can influence in the confiability of the results. The present work aims to evaluate the influence of normalizing heat treatment on microstructure and on uniform and pitting corrosion rates in AISI 1020 steel corrosion coupons, which were sectioned from longitudinal and transverse sections of a billet. The coupons were tested for corrosion loop having as fluid potable water. The uniform and puntiform corrosion rates were determined according to the standard NACE RP0775. The microstructural characterization analyzes by optical microscopy were involved, observing the grain size, in addition to the measurement of Vickers hardness. Heat-treated coupons have different grain size and morphology than coupons in the state as received. A higher density of inclusions was observed in the sectioned coupons of the longitudinal section, being possible to establish a direct relationship with pitting corrosion rate. As for uniform corrosion, all coupons had the qualitative rating as moderate. As for puncture corrosion, all coupons had the qualitative classification as severe.

Keywords: Coupons, heat treatment, uniform corrosion, puntiform corrosion.