

CORROSÃO SOB TENSÃO DE SUPERFÍCIES DE AÇO INOXIDÁVEL SOLDADO COM NIOBIO E TITÂNIO, E COM DIFERENTES GASES DE PROTEÇÃO

ANTONIO JOSÉ ARCANJO FILHO^{1*}, DEMOSTENES FERREIRA FILHO², REGILANE CORDEIRO DOS SANTOS³

¹ Acadêmico de Engenharia Mecânica, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 83320620, arcanjofh@gmail.com

² Dr. Professor Engenharia Mecânica, UFG, Goiânia-GO. Fone: (62) 81045168, demostenesferreira@ufg.br

³ Acadêmica na Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. Fone (85)996517862. regilane8888@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: O experimento realizado buscou analisar a taxa de corrosão de uma solda de ER430Ti e ER430Nb, com três diferentes gases de proteção sendo eles Ar+2%O₂, Ar+8%CO₂ e Ar+25%CO₂, o ensaio foi feito em meio líquido contendo ácido clorídrico com concentração de 2,17 mol/L e controlado na temperatura média de 25°C com pressão atmosférica, e realizado durante 141 minutos, as seis amostras diferentes foram analisadas após o ensaio a fim de observar o local com maior corrosão entre o material base e a solda e a taxa de corrosão de cada material ensaiado. Nos diferentes ensaios observou que o Nb forma uma película passivadora que diminui a corrosão quando considerado ao aço, enquanto o Ti sofreu uma corrosão menor que o Nb, devido a formação de precipitado decorrentes do processo de soldagem. O gás de proteção influenciou significativamente na taxa de corrosão das amostras, avaliando que as diferentes concentrações podem fragilizar o material submetido a corrosão.

PALAVRAS-CHAVE: Corrosão sob tensão, Solda, película passivadora, gás de proteção.

CORROSION IN STEEL SURFACE TENSION STAINLESS SOLDIER WITH niobium and TITANIUM , AND WITH PROTECTIVE GAS DIFFERENT

ABSTRACT: This experiment was to examine the corrosion rate of a weld and ER430Ti ER430Nb with three different shielding gases Ar+2%O₂ , Ar+8%CO₂ and Ar+25%CO₂ , the assay was done in liquid medium containing hydrochloric acid with a concentration of 2.17 mol/L and controlled in average temperature of 25 ° C at atmospheric pressure and performed during 141 minutes , the six different samples were analyzed after the test to observe the location with the highest corrosion between the base material and the welding and corrosion rate of each tested material. In the different assays noted that Nb forming a passivating which lowers the corrosion when viewed in the steel , while a smaller suffered Ti Nb corrosion due to precipitate formation resulting from the welding process. The shielding gas influence significantly the rate of corrosion of the samples assessing the different concentrations can weaken the material subject to corrosion.

KEYWORDS: stress corrosion , welding , passivating film , shielding gas

INTRODUÇÃO

A corrosão pode ser considerada como uma ataque gradual ou contínuo de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. A velocidade da corrosão depende tanto do material submetido a ação corrosiva, quanto ao meio circunvizinho. Existem vários meios corrosivos entre os mais comuns está: corrosão atmosférica, no solo, na água doce, água salgada e em meio ácido (GENTIL, 2007; CHIAVERINI, 2012)

Corrosão sob tensão (CST) É um dos meios de corrosão mais comum, e é responsável por cerca de 20% dos custos de substituição de peças nas indústrias, neste tipo de corrosão a deterioração do material ocorre devido à ação sinérgica de tensões residuais ou aplicadas e meio corrosivo, também conhecido como corrosão sob tensão fraturante. As tensões residuais são geralmente provenientes de operação de soldagem e deformações a frio. Na Solda, a principal fonte de tensão é o resfriamento das regiões diferentemente aquecidas durante o processo de soldagem (GENTIL, 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado aço inoxidável ferrítico UNS 43932 com aparas de aproximadamente 5 mm de comprimento e 2 mm de largura como material base e de ER430Nb e ER430Ti para efetuar a união soldada entre as duas chapas do aço inoxidável. Os dois tipos de ER foi selecionado para uso devido ambos serem metais de alta resistência mecânica e resistentes a corrosão, aliando a ideia de acúmulo de tensões da solda com a resistência mecânica dos metais utilizados, no quesito corrosão sendo estas duas características retardante uma da outra. A solda utilizada foi do tipo MAG e foi realizada com três tipos diferentes de gás de proteção para cada tipo de ER (Eletrodo Revestido), sendo a constituição dos gases de proteção de Ar+2%O₂, Ar+25%CO₂ e Ar+8%CO₂.

O ensaio de corrosão foi realizado de acordo com a norma de ensaio de corrosão sob imersão ABNT NBR 7413/1982. A tensão do material foi promovida por meio da poça de fusão da solda dos diversos tipos de ER soldados nas uniões dos aços inoxidável ferrítico. Após a solda a amostra foi embutida a quente por meio um polímero resistente a corrosão de ácidos e a alta temperatura, no polímero foi fixado diferentes áreas superficiais do aço devido a não uniformidade do tamanho das amostras do material, o material foi lixado em lixa 120 e as variadas áreas foi calculada de acordo com o software imageDj e uma escala fixada. O ensaio de corrosão por imersão do corpo de prova de acordo com a norma utilizada e com o corpo de prova submetido a tensões devido a solda.

A corrosão foi feita por Ácido Clorídrico de 2.17mol/L na superfície do material soldado e embutido com o polímero. Foi utilizado um béquer no qual foi mergulhado as amostras com a superfície virada para cima e livre para sofrer o ataque do ácido clorídrico. As amostras foram retiradas para pesagem em uma balança com precisão de 0,0005 g a cada 30 minutos aproximadamente, após a retirada as amostras foram lavadas com água destilada, depois secadas em estufa a 105°C, e resfriada a vácuo em um dissecador com sílica. Após esses procedimentos de limpeza para retirada do ácido do material e secagem utilizou a balança para verificar a variação da massa de cada amostra, levando em conta que foram realizados o procedimento por cinco vezes para obtenção dos resultados para este artigo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio realizado com os dois tipos diferentes de ER na união por solda das duas partes do material base e com o uso dos três diferentes gases de proteção associados a cada tipo de solda

realizado para a obtenção da tensão na solda. O ensaio foi realizado durante 141 minutos e obteve a seguinte tabela abaixo:

Tabela 1 - Dados obtidos por materiais em específico
 área da superfície em cm² (±0,001), massa da amostra em g (±0.001), tempo em minutos

	Material Base – Aço inoxidável ferrítico UNS 43932					
Arame	ER430Ti			ER430LNb		
Gás de proteção	Ar+2% O2	Ar+8% CO2	Ar+25% CO2	Ar+2% O2	Ar+8% CO2	Ar+25% CO2
	28	36	40	48	56	60
Área de superfície (cm ²)	2,08	2,1	3,23	3,06	3,28	2,69
0	20,949	22,394	25,349	27,744	30,985	27,965
31	20,862	22,300	25,179	27,573	30,793	27,785
61	20,784	22,208	25,039	27,414	30,596	27,622
87	20,650	22,078	24,854	27,342	30,484	27,514
116	20,588	22,011	24,736	27,210	30,326	27,393
141	20,537	21,953	24,645	27,102	30,191	27,301
perda de massa (g)	0,412	0,441	0,704	0,642	0,794	0,664
perda/área(g/cm ²)	0,198	0,210	0,218	0,210	0,242	0,247

O ensaio começou com pH de -1.99 e encerrou com -2,09, podemos observar que o pH teve uma mudança para maior acidez devido a dissociação dos íons Cl e H, tornando uma maior concentração de íons livres, no decorrer do ensaio pode observar que a substancia adquiriu uma coloração amarelada, coloração da qual é típica do amarelo Cloro do qual perdeu coloração transparente inicial no ensaio.

De posse dos dados da tabela acima e com a equação da taxa de corrosão superficial dada por

$$Taxa_{corrosão} (mm/ano) = \frac{8,76 \cdot 10^4 \cdot \Delta m}{S \cdot t \cdot p} \quad \text{Equação (1)}$$

Δm = variação da massa em g com representação em gramas;

S = área da superfície atacada em cm²;

t = tempo de ataque em horas;

p = densidade do material;

Com os valores da tabela 1 e calculados utilizando a equação (1) obtemos a taxa de corrosão de cada tipo de material inserido no meio corrosivo de acordo com a tabela 2 abaixo:

Tabela 2- Taxa de corrosão

	ER430Ti			ER430LNb		
Gás de proteção	Ar+2% O2	Ar+8% CO2	Ar+25% CO2	Ar+2% O2	Ar+8% CO2	Ar+25% CO2
Taxa de Corrosão(mm/ano)	973,4	1089,31	1068,7	1029,39	1251,76	1212,96

De acordo com os dados da tabela 1 e 2, é bem definido o comportamento dos dois Eletrodos revestidos e a interferência do gás de proteção na resistência a corrosão do material soldado.

Foi visível em todos materiais a perda de massa na Zona Termicamente Afetada (ZTA), isso ocorreu devido ao empobrecimento de Cromo (Cr) nessa área durante o processo de soldagem, e sem o Cr os aços inoxidáveis perdem a resistência a corrosão, por outro lado a área da solda foi a menos afetada, tal característica de acordo com ARDILA, 2013 se dá ao poder de resistir a corrosão do Nb devido a formação da película protetora, mesmo sob a ação de tensão da solda. Também é bem definido a menor corrosão do material soldado com ER430Ti, pois este aumenta a resistência da solda, devido a alta temperatura do processo e que colabora com a formação de precipitados de Titânio durante o processo de soldagem, tornando o material mais duro, e dificultando a corrosão do material pelo meio corrosivo.

Os gases de proteção influenciaram diretamente na taxa de corrosão dos diferentes materiais ensaiados, pois a existência de carbonos adquiridos no processo de soldagem pode interferir na resistência a corrosão, onde materiais com maiores quantidades de carbonos se tornam mais duros e menos penetrantes, evitando assim o efeito do ácido. A soldagem com menor quantidade de carbono fragilizou o material, devido dar uma dureza maior que a do aço ferrítico, mas ao mesmo tempo não conseguir ser tão duro para não ser corroído como em amostras com maiores quantidades de carbono, lembrando que nesse processo de solda o carbono foi migrado para a ZTA, devido a maior afinidade de fazer ligações covalentes, intermediadas pela temperatura local. De mesmo modo podemos observar que a solda apenas com oxigênio não fragilizou o material, pois este formou uma camada protetora na superfície do material evitando por partes o mesmo grau de corrosão dos materiais que agregaram o carbono do processo de soldagem MIG.

CONCLUSÕES

O ER430Ti obteve uma menor taxa de corrosão devido este formar precipitados decorrentes do processo de soldagem, enquanto o Nb formou uma película passivadora, porém não tão eficiente quanto aos precipitado do Ti. O gás de proteção influenciou significativamente da estrutura do material, e diretamente nos resultados dos ensaios de corrosão, devido a quantidade adicional de elementos químicos nos materiais ensaiados.

REFERÊNCIAS

ARDILA, M.A.N. **Influência do nióbio na textura e resistência à corrosão de aços inoxidáveis ferríticos em ambientes aerados e desaerados**. 2013. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

CALLISTER, W, D. Jr. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais : Uma Abordagem Integrada**. Tradução Sérgio Murilo Stamile Soares. 2º Ed. – Rio de Janeiro. Editoria LTC, 2006.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**. 7º ed. São Paulo. Associação Brasileira de metalurgia, materiais e mineração, 2012.

COLPAERT, H. **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**. Revisão Técnica André Luiz V. da Costa e Silva. 4º Ed. – São Paulo. Editora Edgard Blucher, 2008.

COSTA, M.B.S. da. **Tecnologia de Materiais**. Escola Técnica Athenew. Duque de Caxias, 2010.

GENTIL, V. **Corrosão**. 5º ed. Rio de Janeiro. LTC, 2007.

VANDER VOORT, G. F. Metallography – Principles and Practice. McGraw-Hill, 1984.

Associação Brasileira de Normas Técnica - Norma Brasileira – 14724;