Comparativo no Comportamento entre Junta Soldada e Metal de Base de uma Liga de Aço Inoxidável Submetida a Ensaio de Corrosão por Espectrometria de Impedância Eletroquímica

Márcio Fernando Thomas[1], Fabio dos Santos Silva[1], Valter Florencio[1], Wilson José Biguetti[1], Emmanuelle Sa Freitas[1,2]

[1]Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil
[2]Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, Brasil

E-mail: marciof.thomas@gmail.com

Resumo

O aço inoxidável AISI 316 possui ampla utilização na indústria, destacando-se em função de suas propriedades anticorrosivas em meios clorados e não oxidantes. O presente estudo consistiu em avaliar a resistência à corrosão de uma junta soldada, através de técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica, em comparação à resistência do metal de base, para verificar se houveram perdas de resistência à corrosão devido ao processo de soldagem utilizado. O material estudado, como esperado, demonstra por meio de diagramas experimentais perfis de aço de alta resistência à corrosão, apresentando altos valores de resistência à polarização e ângulos de fase.

Palavras chave: Aço AISI 316, Corrosão eletroquímica, Espectroscopia de Impedância Eletroquímica

Comparison on the Behavior between Weld Joint and Base Metal of a Stainless Steel Alloy Subjected to Electrochemical Impedance Spectrometry Corrosion Test

Abstract

The AISI 316 stainless steel is widely used in industry, and stands out due to its anticorrosive properties in chlorinated and non-oxidizing media. The present study consisted in evaluating the resistance to corrosion of a welded joint, by means of electrochemical impedance spectroscopy technique, in comparison with the resistance of the base metal, in order to verify if there were losses of corrosion resistance due to the welding process used. The studied material, as expected, shows by means of experimental diagrams steel profiles of high resistance to corrosion, presenting high values of resistance to polarization and phase angles.

Keywords: AISI 316 Steel, Electrochemical Corrosion, Electrochemical Impedance Spectroscopy

Introdução

Os aços inoxidáveis AISI série 300 possuem amplo uso na indústria, tanto para fins estruturais, devido a sua resistência mecânica, quanto para fins estéticos, devido ao seu bom

acabamento superficial. O aço AISI 316 se diferencia dos demais aços da série 300 devido a presença de molibdênio em sua composição química, que eleva sua resistência mecânica, além de aumentar a resistência ao ataque corrosivo em meios clorados e não oxidantes. Também possui resistência à oxidação para temperaturas até 850°C. Dessa forma, este material é amplamente utilizado na indústria química, petroquímica, alimentícia e hospitalar, especialmente por conta de sua estabilidade química [1].

Para tanto, este trabalho visa realizar um comparativo da resistência à corrosão de uma junta soldada em aço AISI 316 e o metal de base, também em AISI 316, para verificar se houveram alterações no comportamento ao ataque corrosivo por cloretos, a partir de ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica.

Objetivo:

Este trabalho visa avaliar comparativamente metal de base e cordão de solda de do aço AISI 316 mediante espectroscopia de impedância eletroquímica em presença de íons cloreto.

Materiais e Métodos

Para a realização do experimento foi confeccionado um corpo de prova de aço inox 316, com união soldada de topo com eletrodo também em inox 316 por processo GTAW – Gas-Shielded Tungsten Arc Welding. A composição química e propriedades mecânicas do aço inox 316 podem ser verificadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

O corpo de prova foi produzido por soldagem TIG, por produzir uma solda limpa e de alta qualidade. Como não é gerada escória, a chance de inclusão da mesma no metal de solda é eliminada, e a solda não necessita de limpeza no final do processo. [2].

Tabela 1 – Composição química do aço AISI 316 (%)

C (máx.)	Mn (máx.)	P (máx.)	S (máx.)	Si (máx.)	Ni	Cr	Mo
0,08	2,00	0,045	0,030	1,00	10,00 – 14,00	16,00 – 18,00	2,00 – 3,00

Fonte [3]

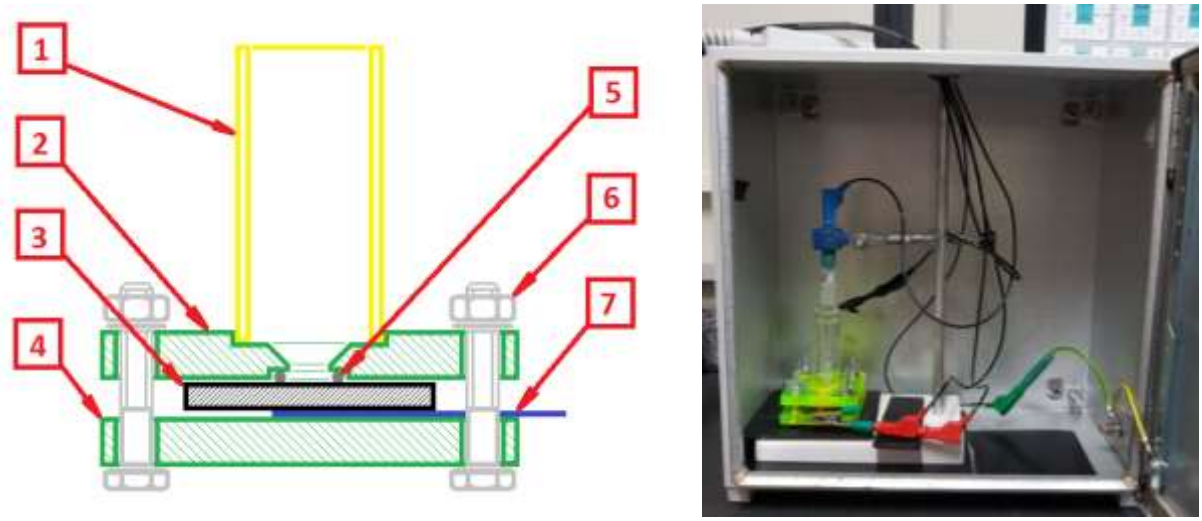
Tabela 2 – Propriedades mecânicas para o aço AISI 316

Limite de Resistência (mín.) - Mpa (kgf/cm²)	Limite de Escoamento (mín.) - Mpa (kgf/cm²)	Alongamento (%) em 2" (mín.)	Dureza HRB (máx.)
515 (52,6)	205 (21,0)	35	90

Fonte [3]

O corpo de prova foi submetido a preparação metalográfica com lixa d'água 220, 320, 400, 600, 1200 e 1500 *mesh*, seguida de polimento com pasta de diamante 1 µm, com objetivo de minimizar ranhuras na superfície e lavado com água destilada antes de ser montado no dispositivo para o ensaio de corrosão. O dispositivo de ensaio, célula eletroquímica, é composto por um contra-eletrodo de platina e um eletrodo de referência de Ag/AgCl. Como eletrodo de trabalho o corpo de prova do aço AISI 316.

A célula foi montada com o eletrodo de trabalho ajustada na base de um dispositivo de resina acrílica, conforme Figura 1(a), com orifício de área livre de 50mm² para contato do corpo de prova com o eletrólito. Como eletrólito, foi utilizada solução salina de 0,5M de NaCl. O corpo de prova foi submetido a avaliação em duas regiões distintas, sendo uma no metal de base e outra na junta soldada.



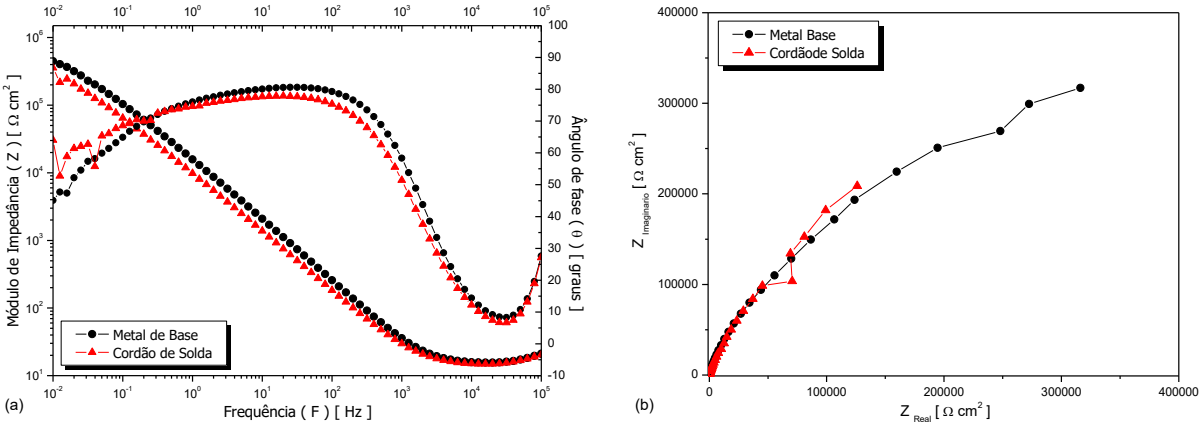
(a) (b)

Figura 1 – (a) Esboço do dispositivo utilizado na realização do experimento e seus componentes: tubo de acrílico (1), fixação tubo/placa de acrílico (2); corpo de prova (3); contra-placa de acrílico (4); *o-ring* de vedação (5); porcas e parafusos de fixação (6) e terminal de contato em cobre (7); (b) Dispositivo montado e pronto para o ensaio.

Para a execução dos ensaios de corrosão foi utilizado um potenciostato/galvanostato marca Autolab, modelo PGSTAT 128N. Como parâmetros foram utilizados amplitude de 10 mV em relação ao potencial de circuito aberto (obtido em 1200 segundos); resolução de 10 pontos por década; frequências de 10 mHz a 100 kHz. O dispositivo montado e contendo eletrólito foi colocado em uma gaiola de Faraday para evitar que quaisquer interferências eletromagnéticas gerem ruídos durante a realização do ensaio, conforme Figura 1(b).

Resultados

Os diagramas de Bode e Nyquist obtidos experimentalmente podem ser vistos a partir das Figuras 2 (a) e (b), respectivamente.



(a) (b)

Figura 2 – Diagramas de impedância eletroquímica para o aço AISI 316: (a) Bode e Bode fase, (b) Nyquist.

Discussão

Comparando-se os resultados para as regiões em estudo, verifica-se que o comportamento durante o ensaio de espectrometria de impedância, tanto do metal de base quanto na região de solda são muito semelhantes, pois ambas curvas praticamente se sobrepõem nos gráficos, ambas no entanto demonstrando a alta resistência à corrosão típica de aços inoxidáveis. Contudo, uma discreta tendência a menor resistência à corrosão é notada na região de solda, provavelmente devido ao estresse térmico oriundo do processo de soldagem ou mesmo a possível falhas geradas no processo de soldagem, Figura 2 (a) e (b).

Através do diagrama de Nyquist, Figura 2(b), é possível observar que com os parâmetros ajustados, o corpo de prova, apresentou considerável resistência à corrosão, mantendo

comportamento capacitivo, obtendo valores de resistência à polarização na ordem de 320.000 Ω.cm² no metal de base. Já o cordão de solda, obteve valores de resistência à polarização da ordem de 210.000 Ω.cm². O diagrama de Bode evidencia a ótima resistência à corrosão do material através de um ângulo de fase de cerca de 82° para o metal de base e 78° no cordão de solda.

Conclusões

A partir do estudo realizado, podemos concluir que:

- O aço AISI 316 apresenta, tanto do metal de base quanto na região de solda alta resistência à corrosão, típica de aços inoxidáveis.

- Uma discreta tendência a menor resistência à corrosão é notada na região de solda, possivelmente devido ao estresse térmico oriundo do processo de soldagem ou mesmo a falhas geradas no processo de soldagem. Portanto, no diagrama de Bode encontra-se um ângulo de fase de cerca de 82° para o metal de base e 78° no cordão de solda.

Referências bibliográficas:

1. Favorit, "Aço AISI 316 / 316 L," Favorit Aços Especiais, 23 Setembro 2017. [Online]. Available: http://www.favorit.com.br/produtos/acos-inoxidaveis/aco-aisi-316-aisi-316-l. [Acesso em 23 Setembro 2017].
2. ESAB, "CENTRO DE CONHECIMENTO ESAB," 25 Setembro 2017. [Online]. Available: http://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/processo_soldagem_tig_gtaw.cfm.
3. Rio Inox, "AISI Composição química e propriedades mecânicas.pdf," 23 Setembro 2017. [Online]. Available: http://www.rioinox.com/AISI Composição química e propriedades mecânicas.pdf. [Acesso em 23 Setembro 2017].