ISSN: 2594-6153

Correlação Entre Microestrutura e Resistência à Corrosão em Cordão de Solda SMAW

Marcelo Yamaguti[2], Emmanuelle Sá Freitas[1,2]

[1]Universidade Santa Cecília (UNISANTA) – Mestrado em Engenharia Mecânica, Santos-SP, Brasil
[2]Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Santos-SP, Brasil

E-mail: m_yamaguti@hotmail.com

Resumo
O aço DH 36 é amplamente utilizado na construção naval, e o processo SMAW (Shielded Metal Arc Welding) é largamente aplicado para a soldagem de componentes e estruturas, estruturas estas que estarão submetidas à água do mar e sujeitas a processos de corrosão. Portanto, a análise da cinética de corrosão em corpo de prova fabricado em aço de alta tensão ASTM 131 DH 36, soldado pelo processo SMAW manual foi realizada a partir de ensaios de impedância eletroquímica nas regiões de metal base, zona termicamente afetada e cordão de solda. Desta forma uma analise comparativa das curvas de nyquist mostra que a região termicamente afetada é mais susceptível a corrosão eletroquímica.
Palavras chave: Corrosão eletroquímica, Microestrutura do aço DH36, Soldagem SMAW.

Correlation Between Microstructure and Corrosion Resistance in SMAW Weld Bead
Abstract

DH 36 steel is widely used in shipbuilding, and the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process is widely applied for welding components and structures, which will be subjected to seawater and subjected to corrosion processes. Therefore, the analysis of corrosion kinetics in a specimen made of ASTM 131 DH 36 high-tensile steel welded by the manual SMAW process was performed from electrochemical impedance tests in the base metal, thermally affected zone and weld bead regions. . Thus a comparative analysis of nyquist curves shows that the thermally affected region is more susceptible to electrochemical corrosion.

Keywords: Keyword 1; Keyword 2; Keyword 3; Keyword 4; Keyword 5.

Introdução

Dentre os aços utilizados em estruturas navais, os mais utilizados atualmente são os aços de Alta Resistência e de Baixa Liga (ARBL), tal como o ASTM A 131 DH 36, que estão substituindo os aços estruturais (CHUJUTALLI, 2018). Hayat et al (2011) direcionaram seus estudos para as características combinadas de boa resistência e ductilidade do DH 36, características estas que garantem boas propriedades mecânicas com redução considerável de espessura de chapa. A redução na espessura das chapas se traduz em estruturas mais leves e

resistentes, proporcionando embarcações com menor peso morto e maior capacidade de carga, gerando maior eficiência energética dos propulsores.

De acordo com Aung (2007), a seleção de aços para construção naval deve levar em consideração, além das propriedades mecânicas (ductilidade, resistência à tração, resistência a fratura e fadiga), também deve apresentar boa resistência a corrosão, boa soldabilidade e baixo custo. A soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido consiste na utilização de eletrodo constituído de arame em seu núcleo, com revestimento fundente, que é consumido através de um arco gerado entre o eletrodo e o metal base (Okumura et al 1982).

No processo de soldagem SMAW, o eletrodo se funde devido a elevação da temperatura proporcionada pelo arco elétrico e se transforma em gotas, que são transferidas para a poça de fusão. Quando se usa correntes de alta intensidade, estas gotas se apresentarão finas e numerosas, e serão de formato globular quando são usadas correntes de baixa intensidade (Okumura et al 1982).

Deste modo, este trabalho propõe um estudo da caracterização microestrutural e da resistência à corrosão de placas de aço para estruturas navais soldadas, uma vez que a literatura é escassa em trabalhos que correlacionem estes aspectos para o aço ASTM A 131 DH 36.

Objetivos

Analisar por microscopia eletrônica as regiões de solda obtida pelo processo SMAW de um aço ASTM 131 DH 36, bem como avaliar as resistências à corrosão destas regiões em solução de 0,5 M NaCl.

Materiais e Métodos

Os corpos de prova confeccionados para o desenvolvimento deste trabalho foram feitos a partir de chapas de aço ASTM A131 DH 36, cedidos pela empresa USIMINAS. As chapas foram soldadas pelo processo SMAW na oficina da empresa Metalock do Brasil, por soldador qualificado no processo empregado. O equipamento utilizado para a soldagem por eletrodo revestido foi uma máquina de solda modelo DPT 500 EUTECTIC.

Para o processo SMAW foi utilizado como consumível eletrodo revestido ER 7018, diâmetro 2,5 mm, comprimento 350 mm, da marca ESAB com certificado. Soldagem executada na posição vertical para os passes de raiz, enchimento e acabamento, utilizando os parâmetros de soldagem descritos na tabela 1.

ISSN: 2594-6153

Tabela 1- Parâmetros de Soldagem SMAW.

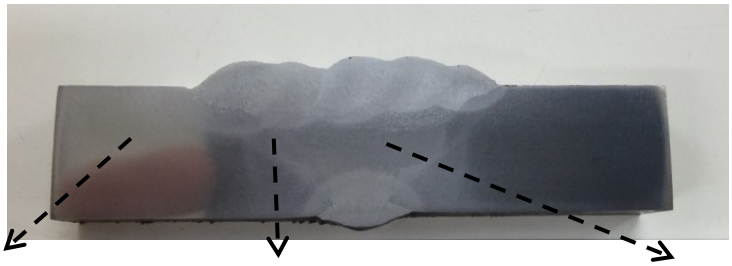
PARÂMETROS DE SOLDAGEM PROCESSO SMAW							
Passe	Processo	Consumível	ϕ mm	Polaridade	Posição	Faixa de amperagem	Faixa de Voltagem
Raiz	SMAW	ER 7018	3,25	CC+	vertical	95 ~ 115	21 ~ 27
Enchimento	SMAW	ER 7018	3,25	CC+	vertical	95 ~ 115	21 ~ 27
Acabamento	SMAW	ER 7018	3,25	CC+	vertical	95 ~ 115	21 ~ 27

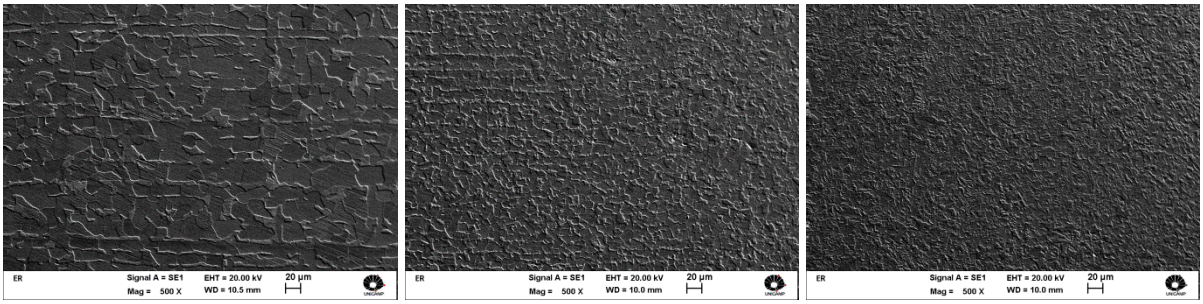
Os corpos de prova após: corte, lixamento e polimento foram submetidos a ataque químico para a devida caracterização microestrutural resultante do processo de soldagem. A solução de ataque utilizada foi o NITAL a 5% por passada. Após ataque os corpos foram observados em microscópio eletrônico de varredura, pertencente à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Portanto, o corpo de prova foi observado por microscopia nas regiões: metal de base; zona termicamente afetada e zona de fundição.

Os ensaios para determinar a resistência à corrosão, ensaios de impedância eletroquímica, foram realizados no laboratório de corrosão do Grupo de Pesquisa em Solidificação da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, segundo metodologia descrita em Verissimo et al. (2017).

Resultados

A Figura 1 (a, b, c) apresenta imagem do corpo de prova soldado e micrografias em MEV das chapas de aço soldadas pelo processo SMAW, destacando as regiões: metal base (MB), zona termicamente afetada (ZTA) e cordão de solda (CS).





(a) - MB (b) - ZTA (c) - CS

Figura 1. Micrografias de amostra soldada por processo ASTM 131 DH 36.

Diagramas de nyquist para amostra soldada são mostradas na Figura 2, curvas para as regiões: metal base (MB), zona termicamente afetada (ZTA) e cordão de solda (CS).

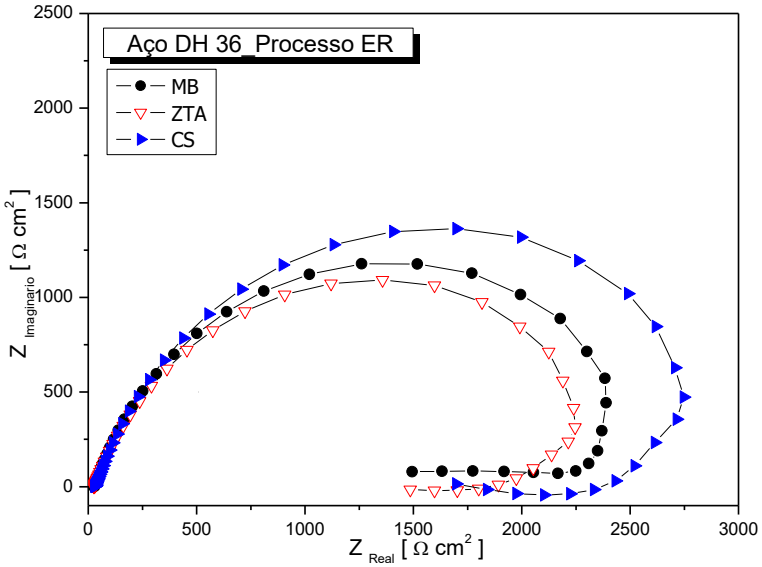


Figura 2- Diagramas de Nyquist para corpo de prova soldado pelo processo SMAW.

Discussões

Na micrografia da Figura 1 (a) observam-se os grãos conformados com orientação de laminação da chapa soldada, é possível notar estrutura bandeada com presença de grão de perlita lamelas de ferrita em cementita (COLPAERTE 2008). Observa-se, na figura 1 (b), claramente a região de transição do metal base, com sua forma bandeada de ferrita e perlita, e ZTA, com alguns grãos maiores e em seguida grão mais refinados. Nas proximidades da linha de fusão, é possível verificar região na qual houve pequeno crescimento de grão, e em seguida, região com grãos refinados. Na região de transição ainda é possível notar a presença de ferrita acicular e alotriomófica nos contornos de grão e ferrita intragranular. Yan et al (2017) em seu trabalho informa que em soldas de multipasses, o cordão subsequente irá

reaquecer o metal do cordão antecessor, podendo gerar grãos grosseiros na ZTA. Contudo, não foi notado crescimento acentuado de grão na ZTA, mas sim homogeneidade nos grãos do cordão de solda e metal base, quando comparados a ZTA. A micrografia da Figura 1 (c) demonstra uma leve esferoidização da perlita e ferrita, bem como microestrutura mais refinada.

Na figura 2 temos os arcos capacitivos correspondentes ao MB, ZTA e CS, indicando que a resistência à corrosão aumenta da ZTA para o CS, ficando evidente que a ZTA é a região mais susceptível à corrosão para o processo SMAW. De acordo com o observado no ensaio para caracterização metalográfica, na ZTA foi notada presença de grãos grosseiros, além de presença de ferrita acicular e alotriomófica (GENTIL 1996), nos contornos de grão e ferrita intragranular. Heterogeneidades, como o encontro entre grãos, que geram imperfeições no interior dos cristais, também contribui para a cinética da corrosão. A ZTA também é sujeita a altas tensões residuais proveniente dos elevados diferenciais térmicos envolvidos durante a soldagem. Esta área tensionada pode ser considerada anódica em relação ao metal de base e cordão de solda, que são as áreas catódicas. (GENTIL 1996).

Conclusões

Conforme observado nos resultados dos ensaios metalográficos e de corrosão, é possível observar que a zona termicamente afetada do corpo de prova soldado pelo processo SMAW é a menos resistente a corrosão por apresentar maior heterogeneidade que o metal de base e cordão de solda, como a presença de ferrita acicular e alotriomófica nos contornos de grão e ferrita intragranular.

Referências

1. Aung H**: An analysis of the study of mechanical properties and microstructural relationship of HSLA steels used in ship hulls.** World Maritime University Dissertations (2007).
2. Chujutalli J A H **Modelo Termo-mecânico-metalurgico de chapa de aço naval DH36 soldada com MAG.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, (2017).
3. Colpaerte H. **Metalografia dos Produtos Siderurgicos Comuns.** Vilares Metais. Editora Blucher. (2008)
4. Gentil V: **Corrosão.** Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. (1996).
5. Hayat F, Uzun H: **Effect of Heat Treatment on Microstructure, Mechanical properties and Fracture Behavior of Ship and Dual Phase Steels.** Journal of iron and steel research, international. 2011
6. Okumura T, Taniguchi C: **Engenharia de Soldagem e Aplicações.** LTC Livros Técnicos e Científicos.Rio de Janeiro. (1982).

7. Yan N, Yu S, Cheng Y: ***In Situ*** **observation of austenitic grain growth and transformation temperature in coarse grain heat affected zone of Ce-alloyed weld metal.** Journal of rare earths (2017).
8. Nathalia C. V, S S. Freitas, N C, A G, Wislei R. O. **The effects of Zn segregation and microstructure length scale on the corrosion behavior of a directionally solidified Mg-25 wt.%Zn alloy**, Journal of Alloys and Compounds 723 (2017) 649-660

.