



ESTRUTURA E PROPRIEDADES DE UM TUBO DE AÇO SUPERDUPLEX S32750 SEM COSTURA SUBMETIDO A CORROSÃO ELETROQUÍMICA EM MEIO DESAERADO COM SOLUÇÃO AQUOSA DE 15% DE HCL

Ana Laura L. de Matos¹, Vitor Hugo H. M. Silva¹ e Elaine C. Pereira^{1*}

*1 - Laboratório de Materiais Avançados, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. Av. Alberto Lamego, 2000 – Parque California, CEP.: 28013-602, RJ.
elainecp@pq.uenf.br*

RESUMO

Neste trabalho foi avaliado o efeito do meio corrosivo na propriedade de resistência à corrosão eletroquímica do aço inoxidável superduplex S32750. O ensaio de corrosão foi realizado utilizando uma solução com 15% de ácido clorídrico para analisar os efeitos que ocorrem no aço quando exposto a acidificação em campo. Um total de 9 amostras foram analisadas, sendo 3 amostras tendo sido expostas à solução ácida por 47 h (1,96 dias), 3 amostras por 239 h (8,12 dias) e 3 amostras por 601 h (25,04 dias). As amostras passaram por preparação metalográfica para análise em microscópio. Foram observadas as amostras antes e depois do ataque eletrolítico feito para revelar a microestrutura. Imagens foram feitas utilizando a microscopia ótica e confocal. Como resultados, foi possível observar a microestrutura típica de um aço superduplex, apresentando 2 fases, ferrita e austenita, com um balanço aproximado de 50% de cada fase. A corrosão foi progressiva conforme o tempo em que os corpos de prova foram expostos, e pudemos identificar a corrosão eletroquímica atuando.

Palavras-chave: Superduplex, corrosão, ácido clorídrico, análise metalográfica.

INTRODUÇÃO

Aços inoxidáveis são amplamente utilizados na indústria de óleo e gás por sua característica de alta resistência à corrosão (em diversos ambientes). Com base na fase constituinte predominante em sua microestrutura, os aços inoxidáveis são divididos em: ferríticos, martensíticos e austeníticos. Dentro da categoria dos austeníticos temos os aços chamados superduplex, que são aços contendo quantidades elevadas de cromo, molibdênio e nitrogênio⁽¹⁾.

Estes aços são eficientes para trabalhos a frio e são facilmente utilizados em operações de soldagem. Tem uma combinação atraente de propriedades mecânicas e de corrosão e são, portanto, adequados para aplicações petroquímicas, particularmente onde os cloretos estão presentes. Por exemplo, possui excelente resistência a corrosão sob tensão e corrosão por pite e em muitos casos essa resistência é superior quando comparados a aços da categoria austenítica de valores próximos⁽²⁾.

Sabe-se que a corrosão causa danos a diversas áreas e seu custo pode muitas vezes ser muito maior que a substituição de um equipamento. No setor petrolífero, uma falha pode acarretar em perdas de material, de tempo e em contaminação do meio ambiente. Encontrar materiais que minimizem as chances de ocorrência de acidentes é de extrema importância⁽³⁾.

Um dos equipamentos que necessitam de atenção especial no momento da seleção dos materiais é a árvore de natal molhada, que conduz o fluxo de petróleo e gás para a superfície, além da injeção de fluidos e gás da superfície para o poço. Para recuperar a produtividade de um poço, as empresas utilizam do método de acidificação. Esse processo desobstrui as passagens, geralmente bloqueadas por detritos. O tipo de aço a ser utilizado vai depender do ambiente de extração. Esse processo vem sendo cada vez mais utilizado na indústria, por ser uma opção de continuar a utilização de um poço com capacidade reduzida, porém representa um alto risco de corrosão⁽⁴⁾.

Com o objetivo de avaliar a possibilidade de um maior tempo de exposição do aço superduplex S32750 ao processo de acidificação, esse estudo apresentou 9 amostras, sendo 3 amostras expostas à solução ácida por 47 horas (1,96 dias), 3 amostras por 239 horas (8,12 dias) e 3 amostras por 601 horas (25,04 dias). A ideia é simular uma acidificação realizada por 24h, uma vez por ano, por 25 anos (tempo médio de vida do equipamento submarino).

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimentos de preparação das amostras

Foram cortados anéis de um tubo de aço superduplex UNS32750. O tubo foi fabricado sem costura, trabalhado à frio e sofreu o tratamento térmico de recozimento para solubilização. O recozimento foi realizado com aquecimento a 1037°C seguido por resfriamento rápido abaixo de 426°C em menos de 3 minutos.

De acordo com informações fornecidas pelo fabricante, foi realizado teste de corrosão conforme ASTM G48 método A e nenhum pite foi identificado na observação com aumento de 20X.

O tubo possui diâmetro externo de 1 polegada (25,4 mm) e 0,109 polegadas (2,8 mm) de espessura. Na tabela abaixo é apresentada a composição química do tubo analisado.

Tabela 1: Composição do tubo de aço inoxidável superduplex UNS S32750.

%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%P	%S	%Mo
0,012	0,460	0,380	25,295	6,495	0,0185	0,015	3,845
%Ti	%Cu	%Al	%N	%O	%Ce	PREN (%Cr+3,3%Mo+%16 N)	
0,0035	0,13	0,0105	0,3	0,00245	0,015	42,784	

Posteriormente, o tubo foi cortado transversalmente em partes iguais, com formato de C e foram feitos furos nas extremidades e ainda sofreram dois cortes longitudinais, de acordo com norma NACE TM0177, como mostra a figura 1.



Figura 1: Corpos de prova após corte.

Os corpos de prova foram montados com um parafuso. Com o uso de um torquímetro, foi executado um torque nos mesmos, conforme direcionamento das normas. Por fim, as áreas próximas ao parafuso que não são o foco deste estudo foram revestidas para evitar pilha galvânica e que se rompa o parafuso durante a execução do teste.

Ensaio de corrosão

Os corpos de prova (CPs) foram posicionados na célula modular de reação, com cada célula comportando 3 CPs tensionados e revestidos. Após, em cada célula foi vertido 200ml de solução aquosa pré-purgada. As células foram montadas de modo a manter um sistema fechado e a continuar a vazão de gás para manter a concentração de oxigênio estável. Cada célula foi aberta separadamente e os CPs retirados para análise. O pH do ácido foi medido em cada célula após a retirada das amostras e se manteve nulo.

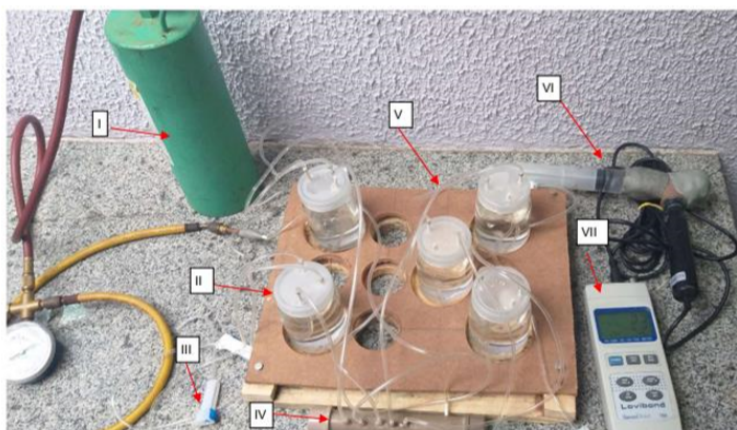


Figura 2: Célula de ensaio de corrosão.

Preparação metalográfica

Todos os corpos de prova passaram por preparação metalográfica da parte escolhida para análise, neste caso a parte lateral. Passaram por procedimentos de embutimento a quente, lixamento manual, polimento manual e ataque eletrolítico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Corpos de prova após o ataque

Na figura 3 são apresentadas macrografias das amostras após o ensaio de corrosão, tendo seus produtos de corrosão removidos e prontas para preparação metalográfica. As imagens localizadas na primeira linha são de uma amostra exposta por 47 horas (1,96 dias), na segunda linha, uma amostra com exposição de 239 horas (8,12 dias) e na terceira linha exemplo de amostra exposta por 601 horas (25,04 dias). Já se pode observar a progressão da corrosão conforme o tempo de exposição, aparecendo maiores rugosidades no extradorso. A amostra exposta por 601 horas apresenta extrema degradação.

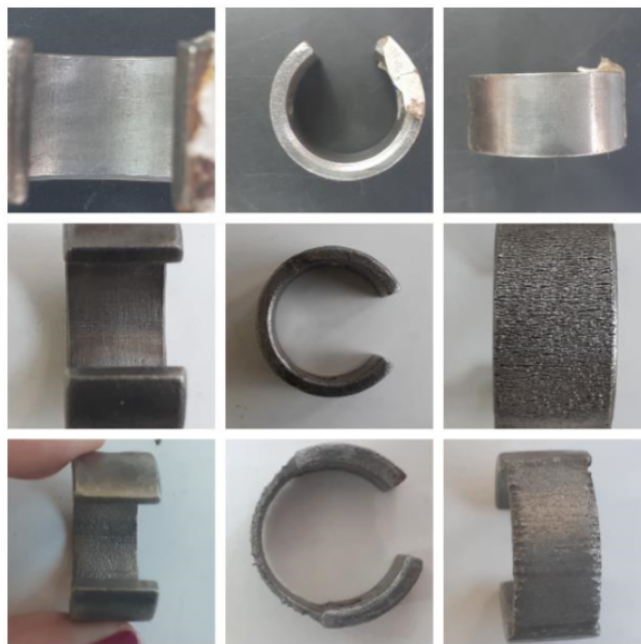


Figura 3: Vista interior, lateral e superior. De cima para baixo: Cp1, Cp13 e Cp24.

A figura 4 mostra a microestrutura do aço inoxidável superduplex UNS S32750 na posição transversal do tubo em relação ao seu processo de produção.

Nas imagens obtidas podemos observar uma microestrutura bifásica, apresentando uma matriz de ferrita (cor mais escura) com ilhas alongadas de austenita (cor mais clara), sendo a microestrutura esperada do aço superduplex. Em todas as imagens podemos observar campos escuros que correspondem à corrosão que se difundiu preferencialmente na parte do extradorso das amostras, que sofreram esforços de tração. Podemos também observar com mais detalhes a progressão da corrosão nas amostras levando em consideração o tempo em que foram expostas ao ácido clorídrico, sendo uma menor corrosão aparente para os corpos de prova expostos por 47 horas, intermediária para os corpos de prova expostos por 239 horas e severas nos corpos de prova expostos por 601 horas.

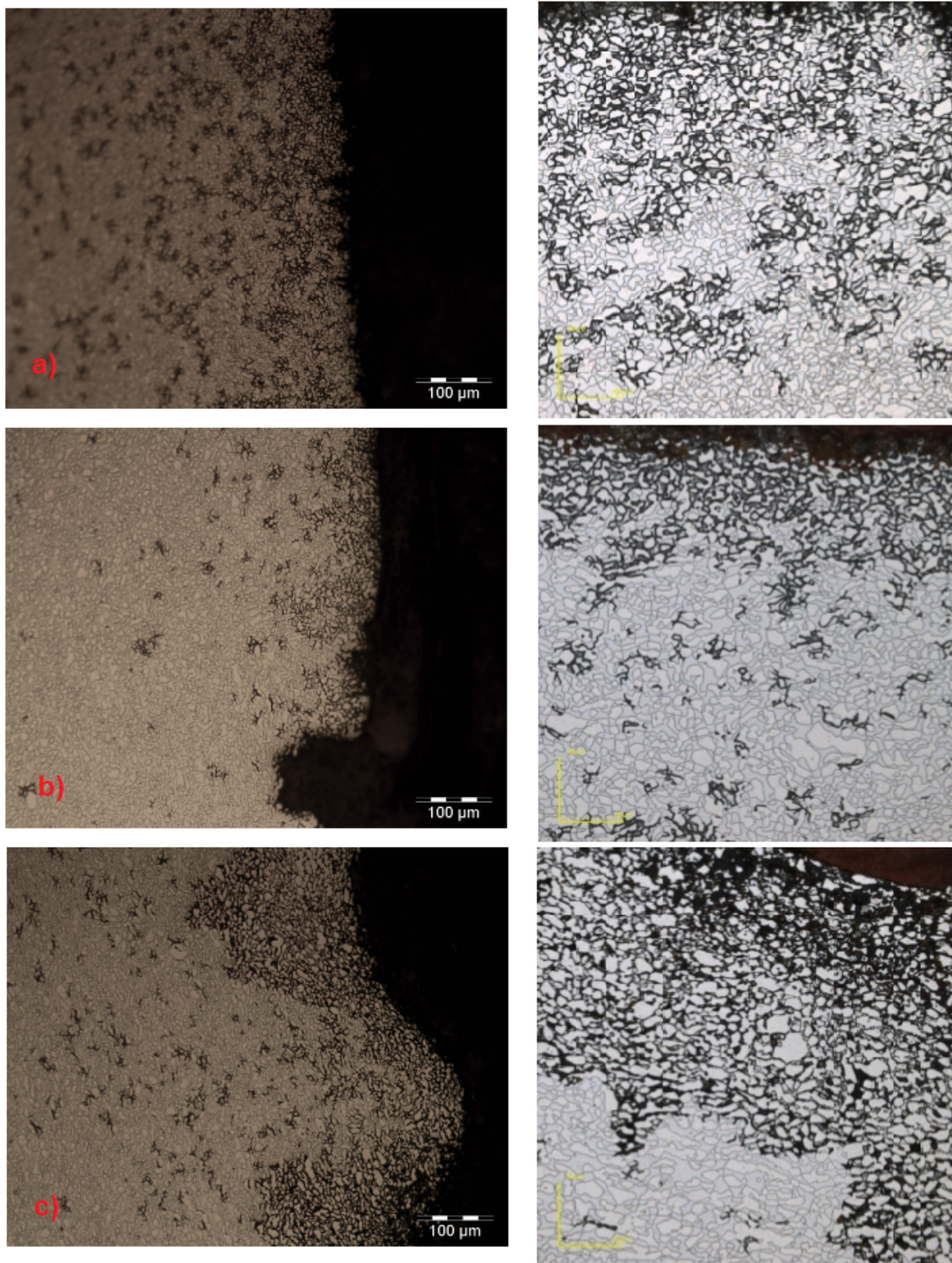


Figura 4: Amostras 3 (a, imagens superiores), 14 (b, imagens do meio) e 23 (imagens inferiores) parte do extradorso, no lado esquerdo no microscópio ótico em 200x e no lado direito no microscópio confocal 50x.

CONCLUSÕES

1. A microestrutura do aço inoxidável super duplex S32750 encontrada é composta de duas fases, ferrita e austenita em quantidades balanceadas, o que é corroborado pela bibliografia.
2. As amostras sofreram corrosão progressiva, conforme a quantidade de dias de ensaio, sendo classificada como corrosão seletiva da fase ferrita e dos contornos austenita-ferrita.
3. As amostras de 47h e 239h apresentaram corrosão preferencialmente seletiva da fase ferrita e sofreram um ataque de corrosão mais profundo.

REFERÊNCIAS

1. MARTINS, M.; CASTELETTI, L. C.; Obtenção e caracterização dos aços inoxidáveis duplex e superduplex. Fundição e Serviços, São Paulo, v. 17, n. ja 2007, p. 108-119, 2007.
2. NILSSON, J. O.; Super duplex stainlesssteels. Mater. Sci. Technol., v. 8, p. 685–700, 1992.
3. MARIANO, J. B.; Impactos Ambientais do Refino de Petróleo. 2001, 216p. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro.
4. Adewunmi, A. A., Solling, T.I., Sultan, A.S., Saikia, T.; Emulsified acid systems for oil well stimulation: A review. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 208, Part C, n. January 2022.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF A SEAMLESS SUPERDUPLEX S32750 STEEL PIPE SUBMITTED TO AN AQUEOUS SOLUTION IN DEAERATED MEDIUM WITH A 15% HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

ABSTRACT

(1 linha simples)

In this work, the effect of the corrosive medium on the corrosion resistance property of superduplex stainless steel S32750 was evaluated. The corrosion test was carried out using a 15% hydrochloric acid solution to analyze the effects that occur on the steel when exposed to acidification in the field. A total of 9 samples were analyzed, 3 samples having been exposed to the acid solution for 47 hours (1.96 days), 3 samples for 239 hours (8.12 days) and 3 samples for 601 hours (25.04 days) . The samples underwent metallographic preparation for analysis under a microscope. The samples were observed before and after the electrolytic attack carried out to reveal the microstructure. Images were taken using optical and confocal microscopy. As a result, it was possible to observe the typical microstructure of a superduplex steel, presenting 2 phases, ferrite and austenite, with an approximate balance of 50% of each phase. The corrosion was progressive as the time the specimens were exposed, and we were able to identify the preferential corrosion acting.

Keywords: Superduplex, corrosion, hydrochloric acid, metallographic analysis.