



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-CM-04

## **INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA TEMPERATURA CRÍTICA DE PITE DO AÇO UNS S32750**

**Vinicius de Oliveira Rodrigues, Mônica Calixto de Andrade e Ivan Napoleão Bastos**

UERJ, Universidade do Rio de Janeiro, Curso de Engenharia Mecânica

IPRJ - CEP 28.630-050 – Nova Friburgo – RJ

vinicius.bangu@yahoo.com.br

### **Introdução**

Atualmente, com o desenvolvimento da indústria petrolífera e a escassez de muitas fontes de energia, os ambientes para a exploração destes estão cada vez mais hostis. Com isso o desenvolvimento de materiais mais resistentes a estes ambientes é um fator fundamental para viabilidade de projetos que envolvem a exploração na camada do pré-sal.

No desenvolvimento de materiais para a engenharia existem ligas de diferentes características com aplicabilidade adequada a diversas funções. A exploração de petróleo em baixa profundidade é um exemplo disso e exige ligas metálicas com alta resistência mecânica e à corrosão. O aço UNS S32750 é um aço de alta liga com essas características, por isso há interesse em estudá-lo para esta aplicação.

Dentre as diferentes formas de corrosão temos a corrosão por pites que é uma corrosão localizada que consiste na formação de pequenas cavidades e profundidade considerável. O pite ocorre de maneira extremamente determinada, sendo portanto podendo ser chamado de puntiforme. Na pesquisa da corrosão por pites, é usual o enfoque na temperatura crítica de pite (TCP) do metal, que é determinada por um ensaio que faz a variação da temperatura da solução e obtém a temperatura em que os pites começam a aparecer de modo estável. A TCP é uma propriedade muito importante para caracterizar materiais quanto à sua resistência à corrosão de ligas passivas.

Em engenharia existem problemas de corrosão em metais que sofreram tratamento térmico, pois estes tratamentos podem reduzir a resistência destes materiais à corrosão. Os tratamentos térmicos são muito utilizados na engenharia para diversos fins, principalmente em procedimentos de soldagem, para a redução de tensões residuais etc, porém acabam permitindo a precipitação de fases da microestrutura metal que estavam solubilizadas, com isso, como cada uma possui diferente resistência à corrosão.

Tendo em vista os importantes investimentos com exploração de petróleo na camada do pré-sal, é de muita importância o estudo da influência dos tratamentos térmicos na TCP do aço UNS S32750 em meio cloretado.

### **Objetivos**

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da temperatura na polarização potencioestática do aço UNS S32750 e o efeito do tratamento térmico na temperatura crítica de pite deste aço.

### **Metodologia**

Os ensaios realizados empregaram uma célula eletroquímica, onde os eletrodos são o corpo-de-prova e a platina, a solução é uma solução aquosa a 1M NaCl e um eletrodo de calomelano saturado é utilizado como referência.

Para a realização do ensaio de termometria, uma diferença de potencial é aplicada entre a amostra e a referência. Ao mesmo tempo a temperatura varia numa taxa de 0,3°C/min. Ao atingir a temperatura que permite a dissolução por pites de forma estável, a corrente dispara. Esta temperatura é a TCP.

O princípio da curva de polarização é a variação do potencial a uma taxa constante entre os eletrodos e a corrente é a resposta. Quando o potencial chega a um nível que permite a rápida dissolução, a corrente irá aumentar.

O potencial que se estabelece naturalmente na imersão da amostra no meio é o potencial de corrosão. Entretanto, este não é o potencial utilizado nos ensaios de termometria, pois este já é crítico, com isso adota-se um valor abaixo deste potencial crítico onde somente a elevação de temperatura fará com que haja corrosão. Esta temperatura é a temperatura crítica de pite (TCP).

## Resultados

Após vários ensaios realizados, os mais relevantes resultados obtidos são apresentados nos dois gráficos que são mostrados a seguir.

Na figura 1 temos quatro diferentes resultados, os valores de potencial de polarização do aço UNS S32750 a 20°C e a 80°C e os potenciais de polarização da platina também a 20 e a 80°C. Como a platina não se corrói, esse potencial na verdade é o potencial de instabilidade da solução, e será o máximo valor de potencial que pode ser utilizado, pois nesse potencial a corrente medida não é dos íons do corpo-de-prova se dissolvendo, mas da própria solução. Com isso sabe-se que o potencial utilizado no ensaio de termometria não deve ultrapassar o valor de 1 Vecs pois haverá corrente devido ao pite. Neste resultado ficou evidente que o efeito da temperatura produz um sistema mais instável e com potenciais inferiores que aqueles que ocorrem em baixa temperatura.

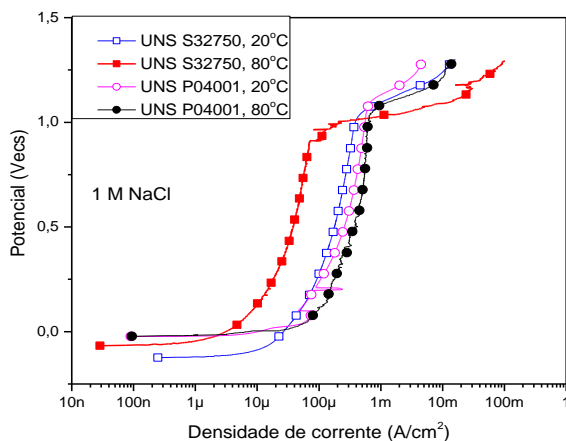


Figura 1 - Curvas de polarização.

Na figura 2 têm-se as três termometrias realizadas. A curva em azul ilustra a termometria realizada com o aço UNS S32750 tratado termicamente a 800°C por 2 horas sob potencial de 750mVecs. É possível notar que para este potencial a temperatura crítica de pite é inferior a 20°C pois a corrente dispara logo no início do ensaio. A curva em vermelho apresenta a termometria com o mesmo aço porém sem tratamento térmico e com um potencial de 750mVecs. Observa-se que não ocorreu pite para temperatura de até 80°C. A curva em preto foi feita utilizando o mesmo aço sem tratamento térmico, porém com um potencial de 900mVecs.

O corpo-de-prova que sofreu tratamento térmico permaneceu 2 horas sob a temperatura de 800°C para que ocorresse precipitação de diferentes fases, austenita, ferrita e fase sigma. Este aço, UNS S32750, é um aço austeno-ferrítico que já possui duas fases solubilizadas. Como cada uma possui diferente resistência à corrosão, é de relevância realizar esse tipo de tratamento que as precipita tornando o aço mais suscetível à corrosão.

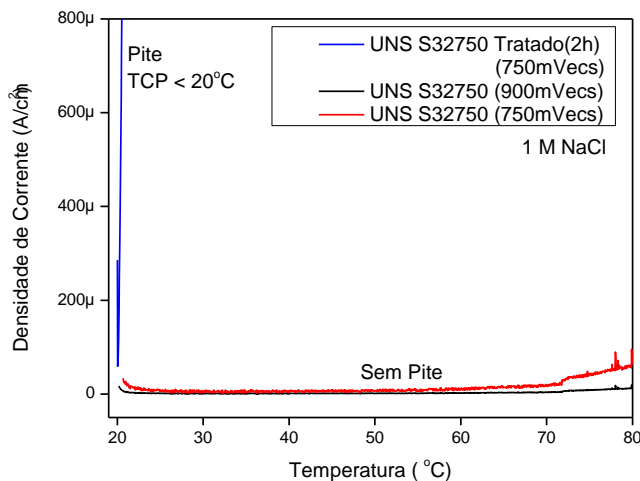


Figura 2 - Curvas de termometrias até 80°C.

A figura 2 mostra como o tratamento térmico reduziu drasticamente a temperatura crítica de pite do aço. Como o critério adotado para caracterização de pite foi uma densidade de corrente de  $100\mu\text{A}/\text{cm}^2$ , o aço tratado termicamente teve uma TCP inferior a  $20^\circ\text{C}$  enquanto os dois resultados para aços não tratados não apresentaram pite até mesmo com a temperatura de  $80^\circ\text{C}$ , isso tanto para um potencial de  $750\text{mV}$  quanto para o potencial de  $900\text{mV}$ . O potencial influencia no resultado, porém pouco, como pode ser observado na curva preta. Um potencial mais baixo produziu um sistema mais instável e com insignificante alteração na corrente, de cerca de  $200\text{nA}$ .

### **Conclusões**

Os resultados obtidos mostram que a temperatura elevada reduz a resistência à corrosão dos metais e aços UNS S32750 tratados termicamente têm menor resistência à corrosão por pite devido à precipitação de fases. Isso é um grande problema, pois muitas vezes o tratamento é feito para redução de tensões residuais, mas por outro lado perde-se com a redução da resistência à corrosão.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à FAPERJ por disponibilizar fundos que permitiram a compra de equipamentos e à bolsa de Iniciação Tecnológica.

### **Referências Bibliográficas**

Bo Deng, Yiming Jiang, Jia Gong, Cheng Zhong, Juan Gao, Jin Li., “Critical pitting and repassivation temperatures for duplex stainless steel in chloride solutions”, *Electrochimica Acta*, 2008.

G.T. Burstein , J.J. Moloney, “Cyclic thermammetry”, *science direct*, 2004.