

CARACTERIZAÇÃO DO AÇO INOXIDÁVEL AISI 304 CEMENTADO A PLASMA EM BAIXAS TEMPERATURAS¹

*Teichmann, L.*²
*Jacques, R. C.*³
*Gobbi, S.*⁴
*Strohaecker, T. R.*⁵

Resumo

Os aços inoxidáveis austeníticos apresentam excelente resistência à corrosão, o que os torna viáveis para aplicações na indústria química e na de alimentos. No entanto, devido à sua baixa dureza e baixa resistência ao desgaste, muitas vezes os componentes confeccionados em AISI 304 falham em serviço mais em função do desgaste adesivo severo que por corrosão. Este trabalho é o início de uma pesquisa que tem por objetivo otimizar as propriedades de aços inoxidáveis austeníticos em ambientes onde estão presentes ao mesmo tempo um meio corrosivo e uma situação de desgaste. Para tal foi cementado a plasma o aço AISI 304 em duas temperaturas diferentes, 375 e 450°C, por 8h, em mistura contendo 7,5% de CH₄ em H₂. Para a caracterização das camadas foram feitas micrografias por microscopia ótica, medições de microdureza de topo e difração de raios X para a determinação de fases. Os resultados indicam que não houve a formação de compostos na camada cementada em nenhuma das temperaturas. Houve aumento significativo da dureza superficial. Esses resultados revelam o êxito dos parâmetros selecionados na cementação por plasma do aço AISI 304. A continuidade deste trabalho envolve ensaios de tribocorrosão em amostras de diferentes aços inoxidáveis austeníticos cementados nas mesmas condições utilizadas neste trabalho.

Palavras- chave: Cementação; Plasma; Inoxidável.

Introdução

Nos últimos quinze anos, várias técnicas foram desenvolvidas com a intenção de aumentar a resistência ao desgaste dos aços inoxidáveis austeníticos sem prejudicar sua resistência à corrosão. Entre elas estão a nitretação por plasma, radio-frequência ou microondas, em baixas temperaturas e os tratamentos duplex, que envolvem a deposição de revestimentos cerâmicos sobre substratos previamente nitretados. Mais recentemente, a cementação por plasma em baixas temperaturas vem sendo estudada. Cheng (2005, 0.195-200) descreve que a cementação por plasma permite a obtenção de camadas mais profundas que a nitretação por plasma.

A cementação por plasma em baixas temperaturas dos aços inoxidáveis austeníticos visa otimizar as suas propriedades superficiais. Para se atingir esses resultados, é preciso produzir uma camada cementada livre de carbonetos de cromo precipitados, composta basicamente de uma solução sólida supersaturada de C na austenita, a chamada fase S, conforme descreve Sun (2002, p. 689-693). A camada cementada resultante possui altas dureza e resistência à corrosão. Como inconveniente se tem a pequena espessura da camada, usualmente menos de 50 μ m, em função das baixas temperaturas empregadas.

O objetivo deste trabalho é verificar a formação somente da fase S, sem precipitados, em duas diferentes temperaturas. Assim, é possível se ter uma noção das temperaturas a serem empregadas para uma máxima profundidade da fase S.

Materiais e métodos

As amostras usadas neste trabalho são de aço inoxidável austenítico AISI 304, com dureza média de 200 HV1. Foram cortadas com 7 mm de altura e tem diâmetro de 12,7 mm. As amostras foram lixadas na seqüência de lixas grana 120, 220, 320, 400, 600 e 1200. O polimento das mesmas foi feito em pano com pasta de diamante de 4 e 1 μ m. A rugosidade final Ra foi de aproximadamente 0,06 μ m. Após polimento as amostras foram limpas em acetona.

As cementações foram realizadas em reator com fonte de potência DC contínua. As amostras foram colocadas sobre um porta-amostras dentro da câmara de cementação de 17L, sendo que em uma delas foi acoplado um termopar tipo K para a medição das temperaturas.

As temperaturas selecionadas para as cementações foram 375°C e 450°C. O tempo de nitretação foi de 8h, sendo contado a partir do momento em que as amostras atingiram a temperatura de cementação. A mistura gasosa utilizada continha 7,5% de CH₄ em H₂. A pressão gasosa foi de 500 Pa.

Assim que as amostras foram retiradas da câmara, foram limpas para a remoção da fuligem superficial.

Algumas amostras foram seccionadas transversalmente para o embutimento e preparação metalográfica. Após a preparação metalográfica, foi realizado o ataque químico das mesmas por imersão no reagente Marble. Na seqüência, foram feitas as micrografias em microscópio óptico.

Para a determinação da dureza de topo das amostras, utilizou-se um microdurômetro Struers-Duramin, sendo as medidas realizadas na escala HV0,025. Foram feitas 5 medidas para cada amostra.

A determinação das fases presentes nas camadas cementadas foi feita através de difração de raios X. Foi utilizada a radiação $\text{CuK}\alpha$, no intervalo $30^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$, com passo angular de 0,05.

Resultados e discussões

A figura 01 mostra as micrografias das camadas cementadas. Com a temperatura de 375°C , a camada obtida tem espessura de aproximadamente $6\mu\text{m}$. A 450°C a espessura é de cerca de $16\mu\text{m}$. Estes resultados estão coerentes com os encontrados por Sun (2002, p. 689-693).

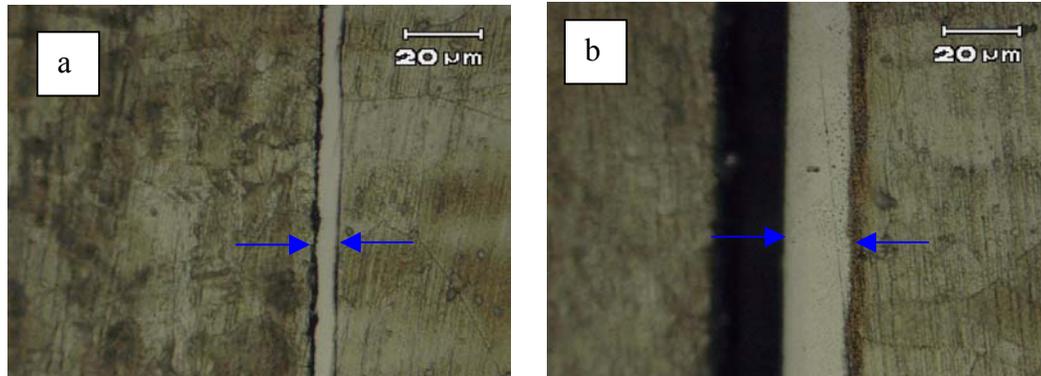


Figura 01: Micrografia das camadas cementadas. a) 375°C b) 450°C .

Ainda na figura 01, é possível percebermos que as camadas apresentam um aspecto claro, o que indica uma boa resistência à corrosão, pois a camada não foi atacada quimicamente, ao passo que o substrato sim.

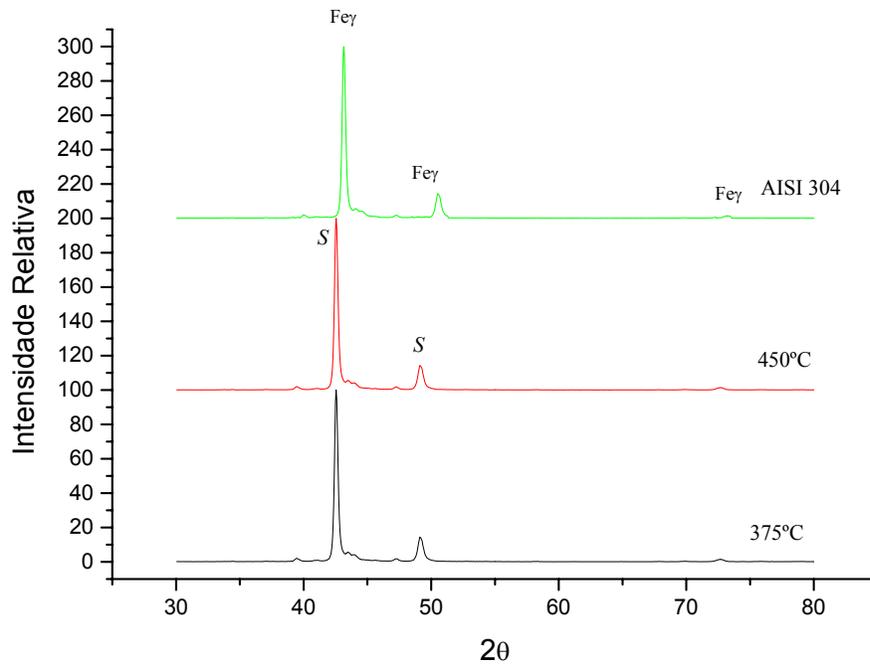
Na tabela 01, estão os resultados das medições de microdureza de topo das amostras. Observamos que a dureza de topo da amostra cementada a 375°C apresentou valores menores. Isto se deve à influência do substrato, já que o indentador Vickers apresenta profundidade de indentação de 6/7 da diagonal da impressão, que foi de aproximadamente $8\mu\text{m}$. Para a amostra cementada a 450°C , o valor de dureza encontrado foi de aproximadamente 950 HV.

Tabela 01: Medidas de microdureza $\text{HV}0,025$

Amostra	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
375°C	585	528	575	592	542
450°C	938	915	978	952	970

A figura 02 apresenta os difratogramas das amostras e do aço AISI 304 não cementado. É possível percebermos que não há a presença de picos que identifiquem carbonetos nas camadas, tanto a 375 como a 450°C. Podemos notar, também, que nas amostras cementadas, os picos identificadores da austenita estão deslocados para ângulos menores. De acordo com Cheng (2005, 0.195-200), este deslocamento mostra que a fase S é uma fase expandida. Esta é uma característica das fases com supersaturação.

Figura 02: Difratogramas das amostras cementadas e da amostra de AISI 304 não



cementada.

No trabalho de Sun (2002, p. 689-693) o aço AISI 316 cementado a plasma com camadas de características semelhantes às obtidas neste trabalho revelam uma redução de uma ordem de grandeza (perda de volume) no desgaste de contra esfera metálica.

Conclusões

Os resultados mostram que foi possível obter camadas cementadas compostas somente de fase S com os parâmetros escolhidos. As camadas obtidas têm as características ideais para aplicações em que é necessário um aumento na resistência ao desgaste sem perda da resistência à corrosão.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Metalurgia Física da UFRGS pelas instalações e ao CNPq por nossas bolsas de estudo.

Referências bibliográficas

- - Cheng, Z.; Li, C. X.; Dong, H.; Bell, T. Low temperature plasma nitrocarburising of AISI 316 austenitic stainless steel. **Surface and Coatings Technology 191 (2005)195- 200.**
- - Sun, Y.; Bell, T. Dry sliding wear resistance of low temperature plasma carburised austenitic stainless steel. **Wear, 253 (2002), 689-693.**

*Teichmann, L.
Jacques, R. C.
Gobbi, S.
Strohaecker, T. R*

Abstract

Austenitic stainless steels present an excellent resistance to corrosion, being used in chemical and food industries for this reason. However, due to their low hardness and low wear resistance, the components made of AISI 304 crack or fail during use, mainly due to adhesive wear and also because of corrosion. This work is the beginning of a research which aims in optimizing the properties of austenitic stainless steels in environments where both wear and corrosion are found. In order to fulfill that proposition, stainless steel AISI 304 was plasma carburised in two different temperatures, 375 e 450°C, during 8h, in gas mixture of 7,5% CH₄ in H₂. The characterization of the carburised layers were conducted using optical microscopy, microhardness profiles and X-ray diffraction in order to identify the phases that were formed. Results indicate that no compounds were formed in the carburised layer for both temperatures. We also noticed a good increase in the hardness. These results reveal that the parameters were nicely chosen for the treatment. The following stages of this project will concern tribocorrosion tests in samples of different austenitic steels carburised in the same conditions used on this work.

Key-words: Carburising; Plasma; Stainless steel.