

Boretação e Caracterização Microestrutural do Aço-Carbono ABNT 1045

Samuel Pereira Cotinho e Marina Fuser Pillis
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

A boretação é um processo termoquímico de endurecimento superficial por difusão no estado sólido, onde ocorre a difusão no estado sólido de átomos de boro em uma matriz metálica. A boretação em granulados se tornou a prática mais difundida por questões técnicas e econômicas. Aços boretados apresentam valores de dureza substancialmente maiores (HV 1600-2000) que aços cementados ou nitretados (HV 650-900), devido à formação de boreto de ferro (Fe_2B) [3]. O efeito dos elementos terras raras nos processos de cementação e nitretação encontra inúmeras referências que indicam o favorecimento da difusão dos intersticiais carbono e nitrogênio no aço [4] e os resultados da adição desses elementos sobre a cinética do processo são variados, possivelmente relacionados com a natureza ao mesmo tempo intersticial e substitucional da difusão do boro no ferro. [5]

OBJETIVO

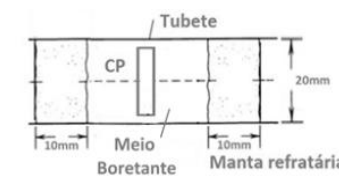
Boretar corpos-de-prova de aço ABNT 1045 a $900^{\circ}C$ por 4h utilizando granulado contendo a fonte de boro e óxidos de terras raras e, avaliar se houve influência das terras raras na morfologia e dureza das camadas.

METODOLOGIA

- **Confecção de corpos-de-prova para boretação:** Corpos de prova de 15 mm de diâmetro e 6 mm de espessura, foram lixados e polidos em suas faces planas, com lixas 220, 400 e 600 para padronização do acabamento superficial das faces a serem boretadas. Assim estes corpos de prova são

acomodados num tubete contendo o pó boretante e a terra rara.

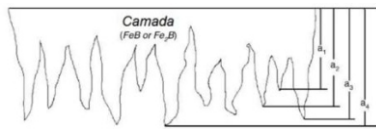
Figura 1 - Esquema de montagem dos tubetes.



- **Boretação:** O processo de boretação foi realizado a partir da utilização de mistura comercial para boretação, comercializada sob o nome de Ekabor®. Para testar o efeito das adições de terras raras foram selecionados os óxidos Y_2O_3 , La_2O_3 , Nd_2O_3 , e Yb_2O_3 com base nos raios iônicos dos cátions. A boretação foi realizada na temperatura de $900^{\circ}C$, por 4 horas. Após o tratamento termoquímico de boretação as amostras passaram por uma remoção de resíduos de pó boretante que aderiram à superfície da amostra, essa remoção foi feita com um pincel.

- **Avaliação microestrutural:** As amostras destinadas à observação da secção transversal foram embutidas em resina, lixadas em lixas d'água de carbo de silício e polidas até 1 micron em pastas de diamante, seguido de ataque químico com reagente Nital. A observação da secção transversal foi feita por microscopia óptica em microscópio Olympus BX51M. Assim, a espessura da camada foi medida em 10 pontos, sendo estes medidos entre "picos e vales", de modo a definir um valor médio para os "vales" e outro para os "picos", resumidos em um valor médio de espessura da camada. Como se pode observar na figura 2.

Figura 2 - Esquema de medição da espessura da camada.



- **Análises de Microdureza:** A dureza das camadas de boretos foi medida na seção transversal dos corpos de prova preparados conforme procedimento para microscopia óptica, com valores médios obtidos a partir de 5 medidas de dureza. O equipamento utilizado foi um Microdurômetro Fischerscope modelo HM2000.

RESULTADOS

A utilização dos óxidos de lantânio, neodímio, ítrio e itérbio no processo de boretção a 900°C resultou na formação de camadas de boretos de dureza equivalente, com valores mais baixos para La₂O₃ e Nd₂O₃ possivelmente relacionados à excessiva porosidade da camada formada. A espessura das camadas obtidas apresentou correlação diretamente proporcional com o raio iônico, ou seja, quando elementos TR de maiores raios iônicos foram adicionados ao pó, a formação das camadas mais espessas foi verificada.

Tabela 1: Resultados de dureza e profundidade de camada para boretção a 900°C

| Terra Rara | Raio Iônico | Média | Dureza (HV) |
|--------------------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| La ₂ O ₃ | 1,160 | 45,3 | 1711,5±27,7 |
| Nd ₂ O ₃ | 1,109 | 42,3 | 1730,9±40,8 |
| Y ₂ O ₃ | 1,019 | 41,5 | 1795,1±54,0 |
| Yb ₂ O ₃ | 0,985 | 32,3 | 1804,4±46,0 |
| STR | - | 30,5 | 1802,6±52,9 |

CONCLUSÕES

1) As terras-raras influenciam o processo de boretção; 2) Quanto maior o raio iônico do elemento terra-rara, maior a espessura média da camada de boretos; 3) A adição de terras-raras não causou variação significativa na dureza da camada boretada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[2] A. G. B. Matuschka. VIII, 92 S., 66 Abb., 20 Tab., Carl Hanser Verlag München, Wien 1977. Brosch. DM 32,- ISBN 3-446-12462-. [3] K. H. Habi, R. C. Fisher. Wear behavior of boride layers on alloyed steels. Tribol. Int., 14 (1981), p.209. [4] Wei, Y.D.; Liu, Z.R.; Wang, C.Y. - A note on coating of surface diffusion infiltration of RE on steel 20 and Armco iron by chemical process Acta Metall. Science, 19 (1983), p. B197. [5] Liu, Z.R., Zh, F.Y., Cui, Y.X., Sh, Y.X., Wang, C.G., 1993. Microstructure of surface layer formed at low temperature and high carbon concentration carburizing with rare earth element. J. Rare Earths 11, p.196. [5] Hayashi, Y; Sugeno, T. - Nature of boron in α -iron. Acta Metallurgica. Volume 18, Issue 6, June 1970, p. 693.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq/PIBIC