

ESTUDO DA FORMAÇÃO DE CAMADAS BORETADAS EM AÇOS-FERRAMENTA UTILIZANDO O TRATAMENTO TERMO-REATIVO DE DEPOSIÇÃO E DIFUSÃO (TRD) EM BANHO DE SAL.

Maria Keyllyany Rodrigues da Silva¹, Alex Silva Dantas², Carlos Kleber Nascimento de Oliveira³

Resumo

O objetivo deste estudo é realizar tratamentos termo-reativos de deposição e difusão (TRD) nos aços-ferramenta AISI H13 e D2 para produzir camadas de boretos com a finalidade de melhorar a resistência ao desgaste, aumentar a dureza e diminuir o coeficiente de atrito. As amostras são preparadas mediante corte, fresamento e lixamento. Em seguida são submetidas aos tratamentos de deposição e difusão em banho de bórax, com composições dos banhos e tempos e temperaturas de tratamentos variados. Diante disso, espera-se que as camadas sejam constituídas de boretos de ferro e de elementos de liga presentes nos aços H13 e D2, com boas propriedades tribológicas.

Palavras-chave: Camada de Boretos. Boreto de ferro. Dureza. Tratamento termoreativo. Tratamento TRD.

1. Introdução

Componentes mecânicos utilizados em operações de fabricação mecânica são submetidos a condições severas de desgaste. Este é um dos problemas mais comumente encontrado na indústria, acarretando a substituição dos componentes citados, o consumo de lubrificantes e a redução na eficiência das operações, apresentando, portanto, significativas implicações econômicas [1]. A crescente necessidade de se aumentar a eficiência dos processos de fabricação mecânica reflete-se na busca constante por componentes mecânicos de alto desempenho, visando-se ao aumento da produtividade e ao melhoramento da qualidade dos produtos. Os tratamentos superficiais prestam-se muito bem para esse fim, uma vez que possibilitam o atendimento de uma grande faixa de requisitos, como dureza superficial elevada aliada a uma boa tenacidade da peça como um todo. Os principais problemas de desgaste referentes às ferramentas de corte, matrizes de forjamento e moldes de fundição podem ser amenizados por meio da utilização de tratamentos superficiais, onde se obtém revestimentos de elevadas durezas, baixos coeficientes de atrito e, conseqüentemente, boa resistência ao desgaste [2,3]. O uso de tratamentos superficiais amplia a possibilidade de projetar peças de forma a se obter propriedades específicas onde são mais necessárias. Assim, uma peça tratada superficialmente pode apresentar um núcleo com resistência mecânica e tenacidade elevadas e ao mesmo tempo ser altamente resistente ao desgaste. Os requisitos fundamentais para um revestimento ser eficaz são:

1 Universidade Regional do Cariri, e-mail: keyllyany@outlook.com

2 Universidade Regional do Cariri, e-mail: alexsilva.life@gmail.com

3 Universidade Regional do Cariri, e-mail: carlos.oliveira@urca.br

XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018
Universidade Regional do Cariri

boa adesão ao metal base, para suportar as altas cargas e forças de cisalhamento sem destacar-se, dureza e tenacidade elevadas e baixo coeficiente de atrito [4]. A principal motivação para o uso de revestimentos duros em ferramentas de corte e de conformação, assim como em outros campos da indústria, tem sido a econômica. Os revestimentos de TiN podem aumentar a vida da ferramenta em mais de dez vezes [5]. Vários tratamentos superficiais, dos convencionais aos mais modernos, são utilizados com a finalidade de melhorar o desempenho de componentes mecânicos. Os revestimentos obtidos pelo processo TRD apresentam níveis de dureza que podem exceder 3000 HV [6], além de resistência ao desgaste elevada e baixo coeficiente de atrito [7]. Deve-se destacar ainda a excelente adesão destas camadas com o substrato [8]. No processo TRD a camada é produzida por meio da imersão do substrato em um banho de bórax contendo elementos formadores de carbonetos (CFE's) como V, Nb ou Cr. Estes elementos migram através do banho até a superfície da peça e se combinam quimicamente com o carbono fornecido exclusivamente pelo substrato, produzindo camadas de VC, NbC ou CrC. As espessuras destas camadas geralmente situam-se na faixa de 5 a 15 μ m, dependendo dos parâmetros do processo e da quantidade de carbono no substrato [9]. Camadas de carboneto ou de boretos também podem ser produzidas em aços através de tratamentos termo-reativos em meio sólido, onde se utiliza bórax, Al₂O₃ ou B₄C, com o elemento formador de carboneto ou um agente redutor dissolvido [10,11]. Se o elemento dissolvido possuir energias livres de formação de carboneto e de óxido relativamente baixas, pode ocorrer a reação de redução do B₂O₃, com uma conseqüente liberação de átomos de boro, possibilitando assim, a formação de boretos e carbonetos [9].

A boretação é um tratamento superficial onde se obtém camadas de durezas elevadas, constituídas de boretos de elementos do substrato. Durante o tratamento, átomos de boro difundem para o interior do substrato e reagem com o metal base, formando a camada borexada. Esse processo pode ser empregado em uma grande variedade de materiais, ferrosos e não-ferrosos, sendo utilizado para produzir camadas com dureza superficial elevada, alta resistência ao desgaste e baixo coeficiente de atrito. A combinação de elevada dureza com baixo coeficiente de atrito contribui para o combate aos principais mecanismos de desgaste [12]. O tratamento de boretação pode ocorrer em meio sólido, líquido, gasoso, leito fluidizado ou por plasma [12,13]. A boretação em meio líquido foi o método usado no presente trabalho. As camadas borexadas apresentam valores de durezas geralmente na faixa de 1400 a 1800HV [14]. Suas espessuras podem variar de 21 a 380 μ m, dependendo dos parâmetros do tratamento como tempo e temperatura, e da presença de elementos de liga no substrato [15]. Os tratamentos geralmente são realizados entre 700 e 1000°C [11,16].

Os aços ferramenta AISI H13 e D2, que são submetidos aos tratamentos utilizados no presente trabalho, são dos mais usados em sua classe, em diversas operações de fabricação mecânica, como ferramentas de corte, moldes, matrizes, ferramentas de furação, extrusão a frio, entre outras.

XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018
Universidade Regional do Cariri

O objetivo do presente trabalho é a produção de camadas de boretos nos aços-ferramenta AISI H13 e D2, utilizando o tratamento termo-reativo de deposição e difusão em banho de bórax.

2. Objetivos

- Realizar tratamentos termo-reativos nos aços-ferramenta AISI H13 e D2;
- Produzir camada de boretos nos aços-ferramenta AISI H13 e D2;
- Avaliar a influência da composição do banho e do tempo de tratamento na formação da camada;
- Avaliar as propriedades tribológicas dos revestimentos.

3. Metodologia

Os tratamentos termo-reativos serão realizados em banhos de sal, de diferentes composições, utilizando-se bórax e alumínio. A preparação das amostras dos aços para os tratamentos ocorre mediante corte, fresamento e lixamento. Os aços AISI H13 e D2 sem revestimento serão submetidos aos tratamentos de têmpera e revenido, para comparação com as amostras com camadas. Na realização destes tratamentos as amostras são protegidas com carvão vegetal, em uma caixa metálica. O banho é agitado, para uma melhor mistura de seus componentes, e realizados à 800 e 1000 °C, em tempos variados (1 a 4h), em atmosfera ambiente. As amostras são resfriadas em óleo, a temperatura ambiente, diretamente do banho, com agitação. A formação da camada é verificada por meio de microscopia ótica e análises de raios-x. A dureza é medida por testes de microdureza vickers.

4. Resultados Esperados

Com os tratamentos termoreativos em banho de borax espera-se a formação de camadas constituídas de boretos de ferro e de elementos de liga presentes nos aços H13 e D2. Tratamentos em tempos e em temperaturas maiores formarão camadas mais espessas. Os revestimentos apresentarão boas propriedades tribológicas, como elevada dureza, resistência ao desgaste e boa adesão camada/substrato.

5. Conclusão

O presente trabalho tem como objetivo a produção e análise de camadas de boretos nos aços-ferramenta AISI H13 e D2 por meio do tratamento termo-reativo de deposição e difusão em banho de bórax. Com os tratamentos obtém-se camadas de boretos com elevada dureza e resistência ao desgaste em aços-ferramentas utilizados na indústria mecânica.

6. Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Regional do Cariri – URCA.

7. Referências

- [1] EYRE, T.S. Friction and wear control in industry. *Metals and Materials*, v.7, n.3, P. 143-148, 1991.

XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018
Universidade Regional do Cariri

- [2] HOLMBERG, K. A concept for friction mechanisms of coated surfaces. *Surf. Coat. Technol.*, v.56, p.1-10, 1992.
- [3] SUBRAMANIAN, C.; STRAFFORD, K. N.; WILKS, T. P.; WARD, L. P. On the design of coating systems: metallurgical and other considerations. *J. Mater. Proc. Technol.*, v.56, p.385-397, 1996.
- [4] ZENG, X.T.; Zhang, S.; Muramatsu, T. Comparison of three advanced hard coatings for stamping applications, *Surf. Coat. Technol.*, v.127, p. 38-42, 2000.
- [5] SUBRAMANIAN, C.; STRAFFORD, K.N. Review of multicomponent and multilayer coatings for tribological applications. *Wear*, v. 165, p. 85-95, 1993.
- [6] ARAI, T.; HARPER, S. Thermoreactive deposition/diffusion process. *ASM Handbook*, ASM International, Materials Park, Ohio, v.4, p.448-453, 1991.
- [7] PLUMB, S. Toyota diffusion process shows advantages. *Metallurgia*, v.52, p. 59- 61, 1985.
- [8] OLIVEIRA, Carlos K.N. Avaliação de camadas de carbonetos e de boretos produzidas nos aços AISI H13 e D2 por meio de tratamentos termo-reativos. São Carlos, 2006. 116p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- [9] ARAI, T.; FUJITA, H.; SUGIMOTO, Y; OHTA, Y. Diffusion carbide coatings formed in molten borax systems. *J. Mater. Eng.*, v.9, n.2, p.183-189, 1987.
- [10] SEN, U. Kinetics of niobium carbide coating produced on AISI 1040 steel by thermo-reactive deposition technique. *Materials Chemistry and Physics*, v.86, p.189-194, 2004.
- [11] CASTELETTI, L.C.; FERNANDES, F.A.P.; HECK, S.C.; OLIVEIRA, C.K.N.; NETO, A.L.; TOTTEN, G.E., Pack and salt bath diffusion treatments on steels. *Heat Treating Progress*, v. Sep./2009, p. 49-52, 2009.
- [12] SINHA, A. K. Boriding (Boronizing). *ASM Handbook*, ASM International, v.4, p. 437-447, USA, 1991.
- [13] SEN, S.; OZBEK, I.; SEN, U.; BINDAL, C. Mechanical behavior of borides formed on borided cold work tool steel. *Surf. Coat. Technol.*, v.135, p.173-177, 2001.
- [14] SEN, S.; SEN, U.; BINDAL, C. The growth kinetics of borides formed on boronized AISI 4140 steel. *Vacuum*, v.77, n.2, p.195-202, 2005-a.
- [15] SEN, S.; SEN, U.; BINDAL, C. An approach to kinetic study of borided steels. *Surf. Coat. Technol.*, v.191, n.2-3, p.274-285, 2005-b.

XXI Semana de Iniciação Científica da URCA

05 a 09 de novembro de 2018
Universidade Regional do Cariri

[16] GENEL, K.; OZBEK, I.; BINDAL, C. Kinetics of boriding of AISI W1 steel. Mater. Sci. Eng. A, v.347, p.311-314, 2003.