



EFEITO DO SILÍCIO NO FERRO FUNDIDO BRANCO DE ALTO CROMO HIPOEUTÉTICO

Bruno Raphael Pilz¹, Orlando Preti²

Resumo: O objetivo neste artigo é analisar a influência do silício na microestrutura e nas propriedades de dureza e desgaste abrasivo de ligas de ferro fundido branco alto cromo no estado bruto de fundição. Assim, foi elaborado três composições diferente de materiais, com diferentes porcentagens de silício no ferro fundido branco alto cromo, sendo as porcentagens, primeira 1.0%, segunda 2.33% e terceira 4,06%. A partir dos três moldes foram confeccionados nove corpos de provas, três amostras retiradas de regiões diferentes de cada molde. As amostras brutas de fundição foram caracterizadas com a utilização da metalografia utilizando as técnicas de microscopia óptica, já as propriedades mecânicas foram verificadas pelo ensaio de macrodureza Vickers e ensaio de resistência ao desgaste abrasivo, para almejar estes resultados foram usados o abrasômetro tipo roda de borracha via seca.

Palavras chaves: Ferro Fundido Branco, Silício, desgaste, dureza.

1 INTRODUÇÃO

Os ferros fundidos brancos são ligas com característica de alta resistência ao desgaste abrasivo por terem em sua microestrutura grandes quantidades de carbonetos e uma matriz variante de austenita e martensita. Por essa razão são muito empregados em componentes que atuam em ambientes agressivos como na mineração, transporte de material abrasivo, entre outros (JUNIOR, 2008; PRETI, 2004).

Estudos realizado por Atamert e Bhadeshia (1988), indicam que a adição de silício (Si), nas ligas de FBACr, provocou alteração da morfologia dos carbonetos primários e eutéticos, sugerindo que o Si altera o mecanismo de crescimento do carboneto primário a partir do líquido, pela redução da anisotropia entre as energias das diferentes interfaces (planos de crescimento) líquido/carboneto.

Jacuinde e Rainforth (2001) estudaram a liga base 2,6C-17Cr-1,9Mo-1,8Ni, com adições de até 5,0 %Si, solidificadas em molde metálico, constatando um deslocamento da liga inicialmente hipoeutética com 0,5 %Si para praticamente eutética com 2,0%Si e hipereutética com 4,0 e 5,0 %Si.

Este trabalho tem como objetivo estudar o efeito do Si na microestrutura, na dureza e desgaste abrasivo em liga de ferro fundido branco de alto cromo (FBACr) hipoeutética. Esse estudo é justificado pela necessidade de desenvolver ligas mais resistentes ao desgaste abrasivo, buscando diminuir as paradas de manutenção de equipamentos causadas pelas perdas provocadas pelo desgaste.

¹ Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC - E-mail: bruno_pilz@hotmail.com

² Centro Universitário SOCIESC – UNISOCIESC - E-mail: preti@sociesc.org.br



2 MATERIAIS E MÉTODOS

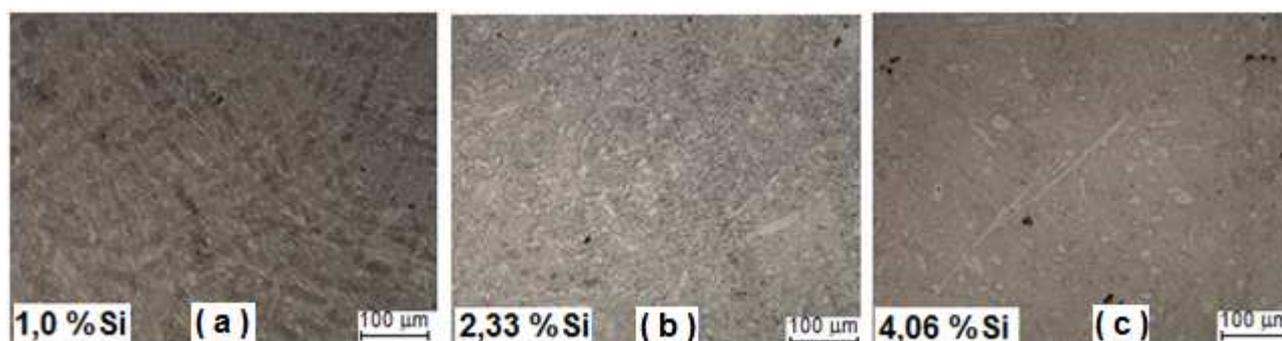
Com a finalidade de avaliar a microestrutura, dureza e desgaste abrasivo em amostras (12 x 27 x 76 mm) com adições crescente de Si (1,0, 2,0 e 4,0 %Si em peso), foi elaborada uma fusão da liga de FBACr hipoeutética (23Cr – 2,8C), sendo adicionado o Si no metal líquido dentro da panela de vazamento e vazado com temperatura de 1420 °C em três moldes (com 10 amostras) de areia ligada quimicamente. Após os moldes estarem em temperatura ambiente, as amostras passaram por limpeza, e preparação para os ensaios de: a) Análise química (espectroscopia de emissão ótica); b) Caracterização microestrutural (ataque químico com Vilellas's) em microscópio ótico (Olympus) com captura e análise de imagem (*image pro plus*), sendo as análises realizadas a meio raio da seção transversal das amostras; c) Dureza Vickers com carga de 20 kgf, realizado 10 indentações e desgaste abrasivo no abrasômetro tipo roda de borracha, em 3 amostras por cada teor de Si, sendo as amostras brutas de fundição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras apresentarem composição química de acordo com o especificado, sendo que os valores do teor de Si ficaram com 1,0, 2,33 (pequeno desvio para mais do especificado, mas não inferiu significativamente nos resultados) e 4,06 %Si, respectivamente.

A Figura 1 mostra as microestruturas das amostras no estado bruto de fundição, sendo que: A Figura 1.a, corresponde a amostra com 1,0 %Si, onde apresenta microestrutura tipicamente hipoeutética, sendo composta por dendritas de austenita com presença de perlita fina e carbonetos secundários e composto eutético formado por perlita mais carboneto. Figura 1.b) amostra com 2,33 %Si apresenta microestrutura praticamente eutética com matriz de austenita e com carbonetos eutéticos refinados e carbonetos primários em pequena quantidade e refinados (mais equiaxiais). Figura 1.c) amostra com 4,06 %Si apresenta microestrutura tipicamente hipereutética composta de eutético formado de matriz austenítica com carbonetos grosseiros e em menor quantidade aos da amostra com 2,33 %Si e carbonetos primários mais alongados e em maior número das amostras com 1,0 e 2,33 %Si.

Figura 1- Microestrutura das amostras com variação de Si no estado bruto de fundição.



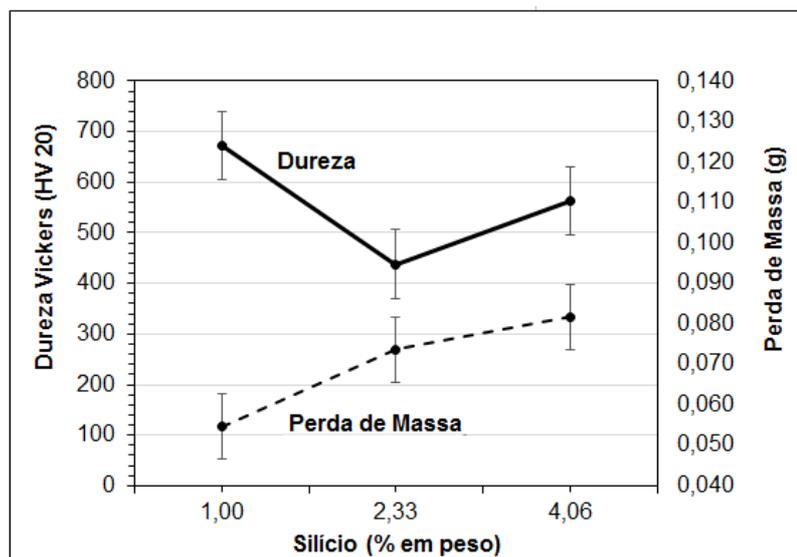
Fonte: O autor (2014)



De uma forma geral fica evidente que a liga base com 1,0 %Si se desloca para a região eutética com 2,33 %Si e para a região hipereutética com 4,06 %Si, indo ao encontro do que já tinha sido estudado por Jacuinde e Rainforth (2001). Também percebe-se nas Figura 1.a que matriz é uma mistura de perlita fina austenita com precipitados de carbonetos precipitados, já nas amostras com 2,33 e 4,06 %Si, a matriz é predominantemente austenítica. Isso é um indício que Si deixa a austenita mais estável e aumenta quantidade e fração volumétrica de carbonetos.

A Figura 2 mostra os resultados da dureza Vickers e do desgaste abrasivo (perda de massa) das amostras com variação da percentagem de Si, no estado bruto de fundição.

Figura 2 - Dureza (HV20) e perda de massa (g)



Fonte: O autor (2014)

Percebe-se na Figura 2 que há uma diminuição da dureza da amostra com 1,0 %Si para a amostra com 2,33 %Si e um aumento para a amostra com 4,06 %Si, esta última inferior a de 1,0 %Si. Este comportamento pode estar relacionado com a fase presente na matriz da amostra com 1,0 %Si, que se apresenta como um suporte mais duro (perlita) em relação as matrizes das amostras com 2,33 e 4,06 %Si, sendo estas últimas praticamente constituídas de austenita (mais mole).

Entretanto, ao observar a perda de massa (g), percebe-se que com aumento do teor de Si, ocorre uma maior perda de massa, em especial para a amostra com 4,06 %Si, a qual apresenta carbonetos primários em maior quantidade, o que era de se esperar menor perda de massa. Este, comportamento, pode estar associado com a fase mole da matriz, a qual não dá sustentabilidade aos carbonetos, os quais, possivelmente trincam e são arrancados com mais facilidade (necessita-se de maior estudo).



4 CONCLUSÕES

Em termos de composição química, as amostras ficaram dentro do que se pré-definiu, sendo na amostra com 2,0 %Si, apresentou um pequeno aumento de 0,33 %Si, mas não influenciou significativamente nos resultados.

A microestrutura das amostras se deslocou da liga hipoeutética (1,0 %Si) constituída de dendritas de austenita e eutético, para levemente hipereutética (2,33 %Si) com eutético refinado e pequena quantidade e finos carbonetos primários e, hipereutética (4,06 %Si) com eutético e maior quantidade de carbonetos primários e mais grosseiros do que a amostra com 2,33 %Si.

A dureza apresentou-se maior na amostra com 1,0 %Si em relação às demais amostras, devido a grande quantidade de matriz de perlita fina e precipitados de finos carbonetos, em relação as amostras com 2,33 e 4,06 %Si que apresentaram matriz totalmente austenita.

Em termos de desgaste abrasivo, ou seja, perda de massa das amostras, ficou evidente que na condição bruta de fundição o aumento do teor de Si aumentou a perda de massa, indicando que o Si reduz a resistência ao desgaste abrasivo.

REFERÊNCIAS

ATAMERT, S., BHADSHIA, H. K. D. H. Stability, wear resistance and microstructure of Fe-Cr-C and Fe-Cr-Si-C hardfacing alloys. **Proceedings of Heat Treatment 87**, Institute of Metals, London, p. 39 – 43, July 1988.

JACUINDE, A. B.; RAINFORTH, W.M. The wear behaviour of high-chromium white cast irons as a function of silicon and Mischmetal content. **Wear**. 250, p. 449–461, 2001.

JUNIOR, W. D.C. **Ciência e Engenharia de Materiais**. ED LTC: Rio de Janeiro, 2008.

PRETI, O. **Caracterização das ligas de ferro fundido branco resistente a abrasão segundo a norma ASTM A 532 no estado bruto de fundição**. 2004, 138p. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Catarina.

EFFECT OF SILICON IN IRON HIGH WHITE CHROME HIPOEUTÉTICO

Abstract: *There is in this article, the analysis of influence of silicon microstructure and hardness properties and wear resistance of high chromium white cast iron alloys in the as cast condition. Therefore, we designed three different material compositions with different silicon percentages in white cast iron chrome act, with the percentages, the first 1.0%, 2.33% the second and 4.06% the third. From three molds were made fifteen test samples three samples, taken from different regions of each mold. The crude casting samples were characterized using metallography with use optical microscopy techniques, since the mechanical properties were verified by macrodureza Vickers test*



and abrasive wear resistance test to target these results were use an abrasive wheel machine type rubber via dry.

Keywords: *White Cast Iron, Silicon, wear, hardness.*