

PROPRIEDADES MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DO FERRO FUNDIDO CINZENTO COM E SEM TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE NITRETAÇÃO

RAFAEL R. SILVA¹, DEISE C. SALES², MARCOS A. FONTES³

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Sertãozinho, rafaricharddasilva@gmail.com

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Sertãozinho, deise.chaves.sales@gmail.com

³Docente Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Sertãozinho, marcos.fontes@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.04.03-2 Propriedades mecânicas dos metais e ligas

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: A necessidade constante em desenvolver componentes com propriedades mecânicas ótimas, com a utilização de materiais e processos de baixo custo, tem sido fundamental para que empresas de tecnologia possam sobreviver no mercado altamente competitivo. Os ferros fundidos, classificados como ligas ferrosas que apresentam boas características técnicas como resistência mecânica, fundibilidade e usinabilidade, são materiais altamente utilizados em diversas aplicações como na construção de componentes de motores, tais como virabrequins, bielas ou cabeçotes. Dentre os diversos tipos de ferros fundidos, a liga de ferro fundido cinzento se destaca por apresentar além das propriedades já mencionadas, boa resistência ao desgaste. Porém, em aplicações que promovam altas solicitações de cargas na superfície, os tratamentos termoquímicos, como a nitretação, são fundamentais para promover o endurecimento superficial dos componentes, através da formação de uma camada endurecida de nitretos, melhorando consideravelmente a resistência ao desgaste. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo sobre as propriedades microestrutural e mecânica de ligas de ferro fundido cinzento, com e sem a modificação superficial através da nitretação. Como resultado, tem-se considerável melhora na dureza superficial para amostras de ferro fundido cinzento nitretados em comparação aos austemperados, indicando a efetividade do tratamento termoquímico em materiais fundidos.

PALAVRAS-CHAVE: superficial; desgaste; dureza.

PROPERTIES OF GRAY CAST IRON, WITH AND WITHOUT THERMOCHEMICAL NITRIDING TREATMENT

ABSTRACT: The constant need to develop components with optimum mechanical properties through the use of low cost materials and processes has been fundamental for technology companies to survive in the highly competitive market. Cast irons, classified as ferrous alloys with good technical characteristics such as mechanical strength, castability and machinability, are highly used materials in various applications such as the construction of engine components such as crankshafts, connecting rods or heads. Among the various types of cast irons, the gray cast iron alloy stands out for presenting in addition to the properties already mentioned, good wear resistance. However, in applications that promote high surface load demands, thermochemical treatments such as nitriding are critical to promote surface hardening of the components through the formation of a hardened nitride layer, greatly improving wear resistance. The aim of this paper is to present a study on the microstructural and mechanical properties of gray cast iron alloys, with and without surface modification through nitriding. As a result, there is a considerable improvement in surface hardness for nitrided gray cast iron samples compared to austempered ones, indicating the effectiveness of thermochemical treatment in cast materials.

KEYWORDS: surface; wear; hardness.

INTRODUÇÃO

A necessidade de melhoria de materiais sempre foi algo almejado no setor industrial, já que com tais feitos a eficiência poderia trazer tanto vantagens econômicas quanto qualitativas. Sendo assim, segundo Oliveira e Rocha (2017), após o desenvolvimento dos processos de tratamentos superficiais termoquímicos, diversos setores industriais utilizam de tais processos com o objetivo de aumentar a vida útil de componente de máquinas através da melhoria de tais propriedades por meio de sua microestrutura superficial.

Entre os ferros fundidos, o mais comum é o ferro fundido cinzento, graças às suas características de baixo custo, elevada usinabilidade, devido a presença de grafita livre em sua microestrutura, facilidade de fabricação e alta fundibilidade, é utilizado em larga escala pela indústria de equipamentos e máquinas, indústria naval, automobilística, entre outras (CHIAVERINI, V, 2012). Porém, quando se é necessário apenas uma superfície mais resistente ao desgaste, tal material pode ser complementado com algum dos tratamentos termoquímicos.

Responsável por promover um enriquecimento superficial de nitrogênio e, consequentemente, melhorando ambas as propriedades de dureza e resistência ao desgaste, a nitretação é um dos processos altamente utilizados para trazer tais características, como quando se é desejável, em uma engrenagem, um núcleo tenaz e uma superfície com melhor resistência ao desgaste (HIRSCH, T.; ROCHA, A.; RAMOS, F, 2004), (SILVA, A. L. C. E, 2006).

Sendo assim, é notável a grande utilização e necessidade de tais materiais e processos nos setores industriais, assim como estudos sobre a eficácia dos mesmos, podendo-se notar então visualizar a viabilidade e eficiência dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de ferro fundido com e sem tratamento de nitretação em banho de sais (parâmetros não informados pelo fabricante) foram fornecidas por um fabricante de compressores herméticos para refrigeração. As análises de metalografia, através da microscopia óptica, e da medição da microdureza superficial foram realizadas internamente no laboratório de ensaios do IFSP do campus de Sertãozinho.

A Tabela 1 apresenta a composição química das amostras de ferro fundido cinzento antes do tratamento termoquímico, especificado pelo fabricante.

TABELA 1. Composição química das amostras de ferro fundido cinzento.

Elemento	% em peso
Carbono	2,50% – 4,00%
Silício	1,00% – 3,00%
Manganês	0,20% – 1,00%
Fósforo	0,02% – 1,00%
Enxofre	0,02% – 0,25%

Para a análise metalográfica, as amostras foram preparadas com o uso de lixas com granulometria progressiva de 220, 320, 400, 500, 600, 800 e 1200 *meshs*, com um polimento posterior utilizando pasta de alumina em suspensão, com granulometria de 0,1 μ m. O ataque químico das amostras foi realizado utilizando o nital 3%.

A análise de microdureza superficial foi feita utilizando o microdurômetro *Buehler* modelo 1600-6300, na escala de microdureza *Vickers*, com carga de 100 gf e aplicação durante 10 segundos em regiões selecionadas aleatoriamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a micrografia óptica da amostra de ferro fundido cinzento onde é possível verificar a aparência acinzentada deste tipo de ferro fundido, bem como a presença dos flocos de grafita em forma de veios, aparecendo circundados por uma matriz de ferrita, característica dos ferros fundidos cinzentos (CALLISTER, 2012).



FIGURA 1. Micrografia óptica do ferro fundido cinzento. Os flocos de grafita escuros estão embutidos em uma matriz de ferrita.

A Figura 2 apresenta a micrografia óptica do ferro fundido nitretado, onde é possível a verificação da camada superficial formada na extremidade externa da amostra, adjacente ao baquelite.

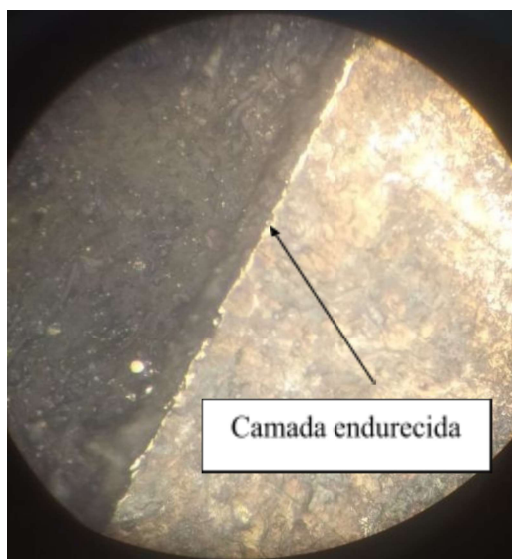


FIGURA 2. Micrografia óptica do ferro fundido cinzento nitretado, identificando a camada superficial endurecida formada.

Os resultados de microdureza (endentação da análise na Figura 3) mostram que as amostras de ferro fundido cinzento nitretado apresentam uma dureza superficial média, consideravelmente maior do que os ferros fundidos cinzentos austemperados. Para as amostras nitretadas obteve-se um valor médio de microdureza de 323HV enquanto que os austemperados obtiveram uma dureza média de 247HV.

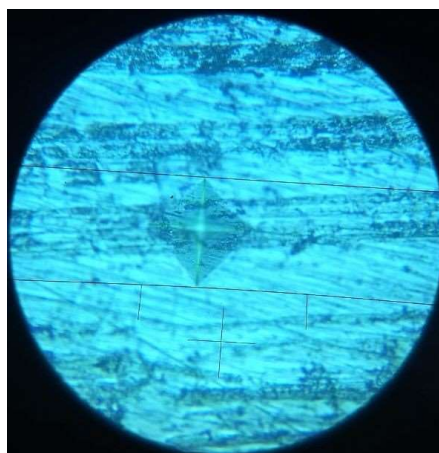


FIGURA 3. Endentação típica do ensaio de microdureza Vickers.

CONCLUSÕES

Conclui-se, baseado nos resultados apresentados, que a dureza média da camada superficial formada nas amostras de ferro fundido cinzento nitretado apresenta resultados bem superiores que as amostras de ferro fundido cinzento somente austemperados. Desta forma, conclui-se também a eficácia do tratamento termoquímico de nitretação em amostras de ferro fundido, devido a melhora obtida na propriedade mecânica de dureza superficial após o tratamento.

REFERÊNCIAS

CALLISTER, W. Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução. Editora GEN-LTC, 7ª edição, 2012.

CHIAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos. Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 7ª edição ampliada e revista, 2012.

HIRSCH, T.; ROCHA, A.; RAMOS, F.; STROHAECKER, T. Residual stress-affected diffusion during plasma nitriding of tool steels. Metallurgical and Materials Transactions A, vol. 35, n. 11, pp. 3523–3530, 2004.

OLIVEIRA, L. F.; ROCHA, A. S. Uma revisão de processos de nitretação a plasma para a melhoria de vida de ferramentas. In: 37º SENAFOR, Porto Alegre/RS, 2017.

SILVA, A. L. C. E.; MEI, P. R. Aços e ligas especiais. Editora Edgard Blücher, 2ª edição revista e ampliada, 2006.