

COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE BIELAS DE FERRO SINTERIZADO NITRETADAS E NITROCARBONETADAS A PLASMA

CAROLINA ROSSETI MATHEUS¹, MARCOS ALVES FONTES²

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Sertãozinho, carolrossetimatheus@hotmail.com.

² Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Orientador, IFSP, Câmpus Sertãozinho, marcos.fontes@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.03.06-0 Tratamento Térmicos, Mecânicos e Químicos

Apresentado no
10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP 27
e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: A busca por componentes mais resistentes e com durabilidade maior sempre foi uma das preocupações das indústrias do setor produtivo, principalmente das indústrias metal-mecânica. Além de garantia da qualidade de seus produtos, assegurando que não falhem rapidamente, a elevada robustez ainda permite reprojeto dos mesmos, buscando reduções de peso e consequentemente de custo com matéria-prima, promovendo ainda um aumento de eficiência em determinados casos. O endurecimento superficial, através de um tratamento termoquímico, geralmente é a forma encontrada para melhorar as propriedades tribológicas da superfície. Dentre os processos mais empregados, destacam-se a nitretação e nitrocarbonetação a plasma, responsáveis pelo aumento da dureza e resistência ao desgaste superficial através da formação de fases denominadas de nitretos e carbonitretos de ferro, respectivamente. Assim sendo, este projeto avaliou as propriedades mecânicas de dureza e de resistência ao desgaste, assim como as propriedades microestruturais através das análises via MEV e DRX, em amostras nitrocarbonetadas em duas temperaturas (550°C e 600°C) e quatro configurações da mistura gasosa (porcentagem de metano de 0%, 1%, 1,5% e 2%). Resultados mostram que a microdureza superficial da camada endurecida para as amostras tratadas com 2% de CH₄, independentemente da temperatura, são maiores que para as outras composições da mistura gasosa.

PALAVRAS-CHAVE: ferro sinterizado, metalografia, nitretação, nitrocarbonetação.

COMPARISON OF THE MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF NITRIDED AND PLASMA NITROCARBURIZED SINTERED IRON CONNECTING RODS

ABSTRACT: The search for stronger and longer-lasting components has always been one of the concerns of the manufacturing sector, especially the metalworking industries. In addition to guaranteeing the quality of its products, ensuring that they do not fail quickly, the high robustness also allows them to be redesigned, seeking weight reductions and consequently cost of raw material, promoting an efficiency increase in certain cases. Surface hardening through thermochemical treatment is often the way found to improve surface tribological properties. Among the most used processes, we highlight the nitriding and plasma nitrocarburizing, responsible for the increase of hardness and resistance to surface wear through the formation of phases called iron nitrides and iron carbonitrides, respectively. Therefore, this project evaluated the mechanical properties of hardness and wear resistance, as well as the microstructural properties through SEM and XRD analysis on nitrocarburized samples in two temperatures (550°C and 600°C) and four gas mixture configurations (0%, 1%, 1.5% and 2% methane percentage). Results show that the surface hardness of the hardened layer for samples treated with 2% CH₄, regardless of temperature, is higher than for the other gas mixture compositions.

KEYWORDS: sintered iron, metallographic testing, nitriding, nitrocarburizing.

INTRODUÇÃO

Com a crescente expansão da produção industrial e da exigência na obtenção de melhores produtos, ambos somados ao interesse de redução monetária e temporal, faz-se cada vez mais necessário o desenvolvimento e aplicação de estudos e tecnologias para a otimização da linha de fabricação.

Nesse contexto pode-se citar, como assunto principal do projeto em questão, a vertente designada a analisar e otimizar propriedades mecânicas e microestruturais dos materiais através de ensaios, análises e tratamentos termoquímicos. Segundo Souza (1982), a escolha do ensaio mais adequado para cada produto metálico depende da finalidade do material, dos tipos de esforços que esse material vai sofrer e das propriedades mecânicas que se deseja medir. Conseqüentemente, o ciclo de materiais é um sistema que entrelaça recursos naturais e necessidades humanas; de modo universal, os materiais formam um conectivo de dependência entre nações e economias, não restrita a uma ou a outra particularidade, mas, associada às muitas substâncias da natureza (VAN VLACK, 1984).

Deste modo, este projeto tem como propósito estabelecer as propriedades ótimas para a devida aplicação das amostras analisadas considerando diversos tipos de condições de tratamentos. Através da realização de diferentes tipos de ensaios em bielas de ferro sinterizado, que serão nitretadas/nitrocarbonetadas em diversas condições, os resultados darão suporte a uma análise crítica comparativa acerca das propriedades microestrutural e mecânica relativas às diversas condições impostas a cada amostra, a fim de verificar qual dos dois processos, e em quais condições, promove-se as melhores propriedades tribológicas na superfície do material. Desta forma, garante-se o aprimoramento e a potencialização das práticas industriais no campo da engenharia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os substratos das amostras de ferro sinterizado foram nitretados e nitrocarbonetados a plasma. Utilizou-se uma descarga luminescente d.c. pulsada, com pressão de trabalho de 3 mbar e tensão na faixa de 300 a 500V. Duas temperaturas de processo foram utilizadas, sendo elas $550 \pm 5^\circ\text{C}$ e $600 \pm 5^\circ\text{C}$, com tempo fixo de tratamento de 2 horas. Para as amostras nitrocarbonetadas empregou-se uma atmosfera de tratamento contendo 74% N_2 e concentrações de 1, 1,5 e 2,0% de CH_4 , com balanço de H_2 . Um único substrato da amostra de ferro sinterizado também foi nitretado sob uma atmosfera de 25% H_2 – 75% N_2 . As amostras foram resfriadas dentro da própria câmara de tratamento a plasma, usando uma atmosfera inerte.

A preparação das amostras para a metalografia constituiu no polimento das mesmas utilizando inicialmente lixas progressivas com granulometria de 220, 320, 400, 500, 600, 800 e 1200, com a finalização do polimento utilizando uma politriz com pasta de alumina (Al_2O_3) em suspensão, de granulometria média de 0,1 μm . Para o ataque químico das amostras foi utilizado o reagente químico nital 4%.

O estudo acerca da microdureza superficial das amostras foi efetuado através do ensaio realizado em um microdurômetro da marca Beijing TIME Technologies Co., modelo TH710, escala de microdureza Vickers. A carga aplicada equivale a 9,8 Newtons com tempo de aplicação de 15 segundos.

Para a análise tribológica, utilizou-se o teste de desgaste por esfera fixa em equipamento situado na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), com rotação de 400rpm, carga de 2N e tempos de testes de 5min, 10min, 15min e 20 minutos. A análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizada utilizando o equipamento XL-30 FEG Philips com canhão de emissão por campo, equipado com um espectrômetro de energia dispersiva (EDS).

Para as análises de difratometria de raios X (DRX) utilizou-se o equipamento de raios X Rigaku modelo Geiger-Flex, sob as seguintes condições: radiação $\text{Cu} - \text{K}\alpha$, com comprimento de onda $\lambda = 1,54056\text{\AA}$, inerente ao tubo de cobre; ângulo de varredura ($\Theta - 2\Theta$) de 5° a 90° ; ângulo de avanço de $0,032^\circ/\text{s}$. Para a identificação das fases e a caracterização dos picos de difração, foi utilizado o programa *Diffac EVA Release 2001*.

As amostras de ferro sinterizado foram fornecidas por um fabricante de compressores herméticos para refrigeração. As análises de metalografia e da medição da microdureza superficial foram realizadas internamente no laboratório de ensaios do IFSP, do campus de Sertãozinho, e as análises por MEV, raios-X e de desgaste realizados externamente ao Campus, na USP Ribeirão, UFSCar e USP São Carlos, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta duas imagens. A imagem da esquerda é uma foto mostrando as bielas posicionadas dentro do reator de nitrocarbonetação a plasma durante o processo de tratamento termoquímico, e a imagem da direita apresenta a microscopia óptica de uma amostra nitrocarbonetada a plasma, para verificação da presença da camada endurecida formada em sua superfície.

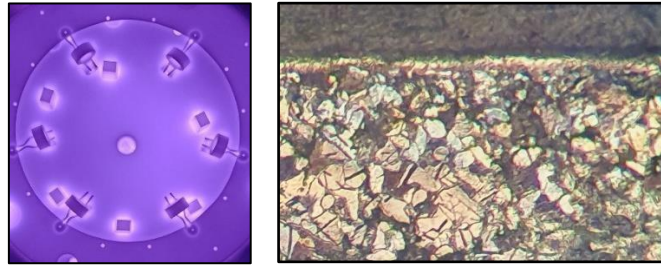


FIGURA 1. a) amostras no interior do reator a plasma; b) micrografia de uma amostra nitrocarbonetada para identificação da camada endurecida formada superficialmente.

A Figura 2 apresenta graficamente os resultados da microdureza superficial realizada em todas as amostras tratadas nas diversas condições impostas: duas temperaturas distintas (550°C e 600°C) e quatro composições de mistura gasosa (0%, 1%, 1,5% e 2% de CH₄) na atmosfera de tratamento.

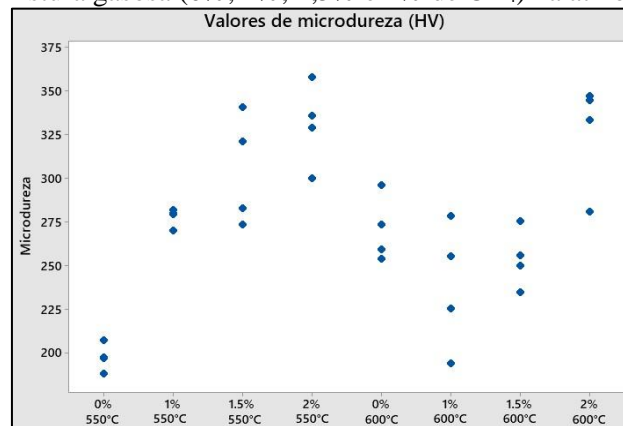


FIGURA 2. Valores de microdureza Vickers das amostras nitretadas e nitrocarbonetadas.

Resultados mostram que os piores valores de microdureza são para as amostras nitretadas (com 0% de CH₄ na mistura gasosa) na temperatura de 550°C, e os melhores valores de microdureza superficial são para as amostras nitrocarbonetadas com 2% de CH₄ na mistura gasosa, em ambas as temperaturas.

CONCLUSÕES

Baseado nos resultados apresentados, conclui-se que a composição química da atmosfera de tratamento a plasma é essencial para a definição da propriedade mecânica de dureza das amostras. A introdução do metano (CH₄) na mistura gasosa promoveu a melhora da dureza superficial. O estudo das fases presentes em cada microestrutura será relacionado com os resultados até aqui obtidos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP Sertãozinho pelo auxílio financeiro concedido via PIBIFSP, para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

VAN VLACK, Lawrence Hall. Princípios de ciência dos materiais. Editora Elsevier, 1ª edição, 1984.

SOUZA, Sérgio Augusto de. Ensaio mecânicos de materiais metálicos – Fundamentos teóricos e práticos. São Paulo: Blucher, 5ª edição, 1982.