

ESTUDO DO EFEITO DAS ETAPAS DE TRATAMENTO TÉRMICO DE TEMPERA E REVENIMENTO NA RESISTÊNCIA AO DESGASTE DO AÇO SAE 8640 NITRETADO A PLASMA

Karine Stefany Coan¹;
Msc. Marcos Dorigão Manfrinato²;
Dra. Luciana Sgarbi Rossino³

¹Aluna de Graduação em Tecnologia em Processos Metalúrgicos- e-mail: karine.coan@fatec.sp.gov.br

²Professor da FATEC Sorocaba - marcos.manfrinato@fatec.sp.gov.br

³Professora da FATEC Sorocaba - luciana.rossino@fatec.sp.gov.br

Área do Conhecimento: Engenharia de Materiais e Metalurgia, Metalurgia de Transformação, Tratamento Térmico, Mecânico e Químico

Palavras-chave: Microdesgaste abrasivo; Tratamento termoquímico; Nitretação Iônica

INTRODUÇÃO

Os aços são liga de ferro-carbono que possuem de 0,008%pC até 2,11%pC, podendo possuir elementos de liga que os proporcionam propriedades diferenciadas. Dentre os aços de médio carbono destaca-se o SAE 8640, que possui baixa porcentagem de elementos de liga em sua composição, e é um dos mais utilizados podendo ser aplicado em componentes mecânicos de uso geral como eixos, engrenagens, buchas, rolamentos, cilindros, podendo substituir o aço SAE 1045 em algumas aplicações que o mesmo venha a falhar (Ambrozewicz, 2012; GGD 8640, 2020). Entretanto, para melhorar sua aplicação em serviço, aços de baixa liga podem ser submetidos a processos específicos. No caso do 8640, o mesmo pode ser submetido a tratamento térmico por tempera e revenimento, além de tratamento de superfície como nitretação iônica, melhorando a resistência ao desgaste, corrosão e aumento de dureza (GGD 8640,2020).

Quando a propriedade a se alcançar é maior resistência ao desgaste, é possível observar que para os metais, a baixa taxa de desgaste é associada a alta dureza. No tratamento térmico é possível obter dureza através de mudanças microestruturais em toda a extensão do material. Já no tratamento termoquímico é possível obter dureza superficial através de difusão de nitrogênio na superfície, em que quanto maior a temperatura, maior será a camada nitretada e sua dureza, aumentando sua resistência ao desgaste (Alves Jr., 2001; Czerwinski,2012).

Portanto, percebe-se que para ambos os tratamentos, o parâmetro temperatura é essencial, sendo necessário estudar o efeito da mesma e das etapas dos tratamentos nas propriedades do material.

OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi determinar a influência das etapas de tratamento térmico de têmpera e revenimento na resistência ao desgaste do aço 8640 nitretado a plasma. Foi determinado o efeito da temperatura de revenimento e efeito da temperatura de nitretação iônica a plasma na microestrutura formada, na resistência ao desgaste e dureza do material, tanto na superfície quanto no substrato.

METODOLOGIA

Para a realização dos tratamentos térmicos, utilizou-se temperatura de austenitização de 865°C, na qual o material foi aquecido durante 1h, e posteriormente resfriado em água (GGD 8640,2020). O material foi revenido a 250°C, 350°C 450°C e 550°C, com a intenção de verificar o efeito da temperatura de revenimento na microestrutura, dureza e resistência ao desgaste do material estudado.

Para os tratamentos de nitretação a plasma, as amostras foram lixadas, polidas e limpas, na qual a limpeza foi feita utilizando detergente e álcool em ultrassom. Posteriormente foram introduzidas em um

reator com câmera cilíndrica de aço inox 316L, contendo componentes como: mangueiras de alimentação para os gases, medidor de pressão, bomba mecânica de palheta rotativa, fonte DC pulsada e termopar. Os gases foram controlados através de fluxômetros digitais e a pressão verificada por um medidor Pirani. A verificação da temperatura é feita através de um multímetro conectado a um termopar localizado no prato do reator (eletrodo inferior). As temperaturas são alcançadas através de controle de tensão, já que o reator não possui uma fonte de aquecimento externa. Para a realização dos tratamentos, as amostras passaram por processo de limpeza por ablação a plasma, no que elimina as impurezas e óxidos presentes na superfície da amostra, utilizando fluxo de gás de 80%Ar+20%H₂ a 1 hora na temperatura de tratamento da nitretação (Danelon et al.,2020).

Para realizar os tratamentos de nitretação a plasma, foi utilizada proporção fixa de gases igual a 80%N₂+20%H₂. Os materiais foram nitretado em um tempo fixo igual a 5 horas. Realizou-se quatro séries de tratamento de nitretação. Em uma série, tratou-se o material temperado e revenido a 250°C, 350°C 450°C e 550°C fixando-se a temperatura de nitretação em 450°C. Na outra série, o material foi temperado e revenido a 450°C, enquanto a nitretação foi realizada a 250°C, 350°C, 450°C e 550°C. Por fim, nitretou-se o material base como recebido e também o material somente temperado nas temperaturas de 250°C, 350°C, 450°C e 550°C.

Posteriormente, as amostras foram caracterizadas através de metalografia, microdureza, perfil de dureza e ensaio de desgaste microabrasivo por esfera fixa.

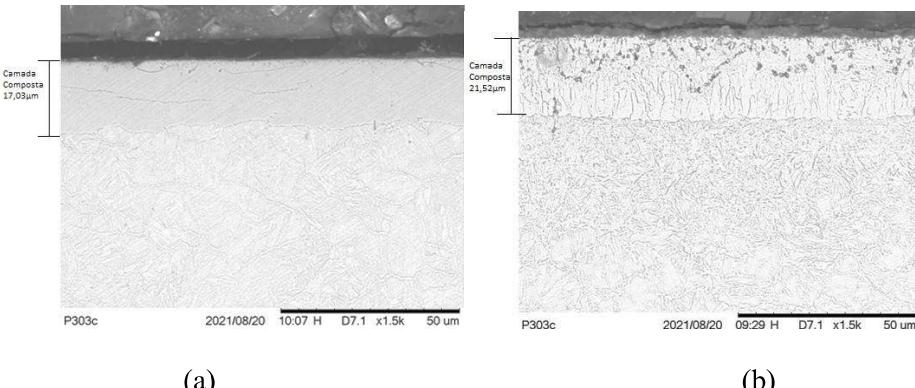
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir das caracterizações das amostras temperadas e revenidas demonstram mudanças microestruturais em relação às temperaturas de tratamento, obtendo martensita revenida grosseira em maior predominância, na qual colaborou para a diminuição de dureza conforme o aumento de temperatura do tratamento. A dureza obtida para o material base foi de 215 HV e de 410HV, 352HV, 312HV e 266HV a 250°C, para as amostras revenidas a 350°C, 450°C e 550°C respectivamente. Observou-se que a diminuição da dureza influenciou na resistência ao desgaste, em que obteve-se volumes de desgaste igual a 1,47x10⁻² mm³ para o material base e para amostras revenidas a 250°C, 350°C, 450°C e 550°C, obtiveram valor igual a 6,82x10⁻⁴ mm³, 6,84x 10⁻⁴mm³, 7,36x10⁻⁴ mm³ e 1,47x10⁻³mm³, respectivamente. Nota-se, portanto, a influência do aumento da temperatura de revenimento na queda da dureza e no aumento de volume desgastado. Em relação aos tratamentos de nitretação iônica a plasma, para a temperatura de 250°C a amostra que foi temperada e nitretada a essa temperatura, apresentou uma fina camada e homogênea na sua superfície e logo abaixou formou-se “agulhas” de nitreto no contorno de grão. Já para as outras condições nitretadas a essa temperatura, não obteve-se a formação de camada composta, obtendo apenas nitrogênio difundido no substrato, já que a solubilidade do nitrogênio está relacionada ao aumento de temperatura (Cruz, et al.2018). Uma explicação para ter ocorrido formação de camada composta nesta condição de tratamento pode estar relacionada ao fato de conter martensita após a tempeira, possuindo fases mais estáveis e favorecendo a formação de nitretos de ferro.

Para as amostras nitretadas a 350°C, mesmo possuindo condições diferentes de substratos, observou-se a formação de camada composta de espessura parecida, em uma média de 2 μm, com dureza superficial elevada, devido à alta concentração de nitrogênio na superfície.

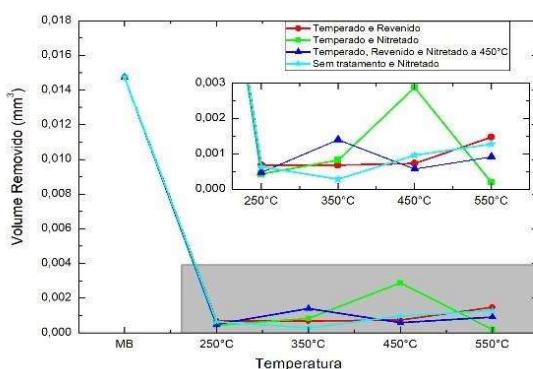
A Figura 1 apresenta a metalografia obtida por MEV das amostras temperadas e nitretadas a 450°C (NIT450°C-TEMP.) e 550°C (NIT550°C-TEMP.). A Figura 1(a) mostra a camada composta com trincas, o que colaborou com o maior volume de desgaste obtido nesta condição. Todas as amostras tratadas a essa temperatura apresentaram espessuras semelhantes e formação de trinca. Na Figura 1(b), observa-se a camada composta formada na amostra temperada e nitretada a 550°C. Em comparação com o material base e o material anteriormente revenido a 450°C, a amostra nitretada na condição somente temperada apresentou uma camada de espessura menor em comparação as outras, devido à menor solubilidade do carbono no material temperado. Através de microscópio óptico, também foi possível ver que os materiais que antes estavam somente temperados, foram revenidos durante o tratamento de nitretação.

Figura 1- Metalografia das amostras (a) NIT450°C-TEMP e (b) NIT550°C-TEMP



A partir de perfis de microdureza, foi possível analisar que as amostras com maiores profundidades de difusão foram nitretadas a temperaturas mais altas (450°C e 550°C), possuindo dureza entre 300 e 400HV. Já a maior dureza superficial obtida foi para a temperatura de 300°C , devido à alta concentração de nitrogênio na superfície. As metalografias e microdureza são coerentes com os valores de volume de desgaste obtidos. A Figura 2 demonstra valores de volume de desgaste obtidos para as amostras nitretadas a plasma em diferentes temperaturas.

Figura 2- Volume de desgaste para amostras nitretadas a plasma



É possível observar que a amostra que apresentou maior volume de desgaste, consequentemente a menor resistência ao desgaste, foi a temperada e nitretada a 450°C, já que a mesma possuí uma camada mais espessa comparada as outras amostras nitretadas nessa faixa de temperatura, além de possuir trinca na camada composta indicando sua fragilidade, o que pode ter colaborado para o volume desgastado, que foi igual a $9,49 \times 10^4$. Já o menor volume desgastado foi obtido para a amostras temperada e nitretada a 550°C, já que a mesma apresentou a formação de uma camada composta de espessura intermediaria comparado as outras e não obteve precipitados na sua microestrutura.

CONCLUSÕES

De acordo com o estudo realizado no aço SAE 8640, tanto os tratamentos térmicos quanto os de superfície apresentaram resultados eficazes para o aumento da resistência ao desgaste comparado com o material base. Em relação ao tratamento térmico, observouse que o aumento da temperatura está relacionado a diminuição de dureza e consequentemente diminuição da resistência ao desgaste.

Já para as amostras nitretadas, foi possível verificar que maiores temperaturas de tratamento produziram camadas mais espessas. A amostra temperada e nitretada a 550°C obteve maior resistência ao desgaste, e mostrou-se possível eliminar a etapa de revenimento antes da nitretação, podendo otimizar processos. Apesar das amostras nitretadas apresentarem melhorias na resistência ao desgaste comparado ao material base, as mesmas apresentaram trincas e precipitados, diminuindo o rendimento na resistência ao desgaste do material comparados aos outros parâmetros de tratamento estudados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves JR. C. Nitretação a Plasma: fundamentos e aplicações. Natal: EDUFRN, 2001

AMBROZEWICZ, P. H. L. Materiais de Construção. São Paulo: PINI, 2012.

CRUZ, D.; Souza, B.A.; Campos, L.A.P.; Almeida, L.S.; Moreto, J.A.; Manfrinato, M.D.; Cruz, N.C.; ROSSINO, L. S. Design, construction, and commissioning of a reactor for ionic 21 plasma nitriding treatment in P20 steel. Rev. Bras. Apl. Vac., Campinas, Vol. 37, Nº3, pp. 102-113, Set. – Dez., 2018.

CZERWINSKI, F. Thermochemical Treatment of Metals. Heat Treatment – Conventional and Novel Applications. Natural Resources Canada. Canada, 2012.

DANELON M.R., Soares F., Manfrinato M. D., Rossino, L. S. Study of the effect of the plasma ionic nitriding parameters in wear resistance of SAE 1020 steel used in forming die. Rev. Bras. Apl. Vac., Campinas, Vol. 39, Nº2, pp. 142-155, Maio - Ago., 2020.

GGD 8640 – Catálogo Técnico GG Metals, c.2020. Disponível em: <https://ggdmetals.com.br/wp-content/uploads/2015/07/AÇO-8640.pdf>. Acesso em: 03 maio. 2020. Base de dados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa concedida para o desenvolvimento deste trabalho.