cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Avaliação Tribológica do Aço Ferramenta AISI H13 Nitretado sob Condição de Lubrificação

Morvan S. Franco[1]; João Vitor Piovesan Dalla Nora[1]; Thiago Marques Ivaniski[1]; Rafael Menezes Nunes[1]; Alberto Moreira Guerreiro Brito[1]; Frederico Murilo Wlassak[1]; Felipe Canal[1]; Alexandre da Silva Rocha[1]

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Introdução

O aço ferramenta AISI H13 é amplamente utilizado na fabricação de matrizes para forjamento a quente. Entretanto, quando submetido a condições severas de contato em operação, pode apresentar desgaste prematuro. Nesse contexto, a nitretação surge como alternativa para melhorar as propriedades superficiais, promovendo o aumento da dureza por meio da difusão de nitrogênio e a formação de fases nitretadas. Além disso, o tratamento pode alterar o valor da rugosidade superficial [1,2,3]. O aumento da rugosidade pode contribuir para a ancoragem do lubrificante e detritos, colaborando com a redução do desgaste [4].

Objetivos

Avaliar a resistência ao desgaste do aço ferramenta AISI H13 após nitretação a plasma e a gás, utilizando corpos de prova inicialmente polidos e considerando a aplicação de lubrificante específico para processos de forjamento a quente. Para isso, foram realizados ensaios de desgaste pino-disco, além de análises por microscopia óptica e perfilometria óptica a laser.

Metodologia

Corpos de prova de aço ferramenta AISI H13 (24 mm de diâmetro e 10 mm de altura), previamente temperados, revenidos e polidos, foram submetidos à nitretação a plasma a 500 °C, sob pressão de 3 mbar, em atmosfera composta por 15% N_2 e 85% H_2, durante 6 e 9 horas (NP_6h e NP_9h, respectivamente) e a gás (NG), cujo o tratamento foi realizado em ambiente industrial. Após os tratamentos de nitretações, os corpos de prova foram aquecidos a 100 °C e receberam a aplicação, por pulverização, do lubrificante Lubrodal AT 2060 (grafite disperso em água), diluído na proporção 1:5. Os ensaios tribológicos foram realizados em tribômetro tipo pino-disco, à temperatura ambiente, utilizando uma esfera de alumina de 4,76 mm de diâmetro, carga de 1.015 g, velocidade de 0,225 m/s e distância total de deslizamento de 1 km. A caracterização topográfica das trilhas de desgaste foi realizada por perfilometria óptica a laser e microscopia óptica.

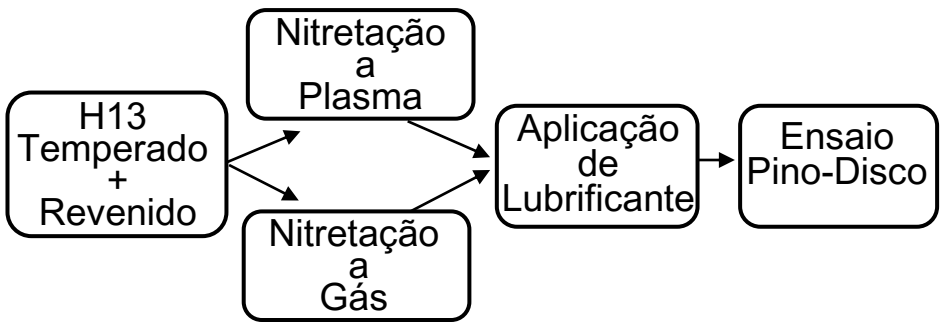


Figura 1.Fluxograma das etapas experimentais.

Resultados e Discussão

A rugosidade média (Ra) superficial aumentou para todos os corpos de prova nitretados, com destaque para aqueles nitretados a gás (Figura 2).

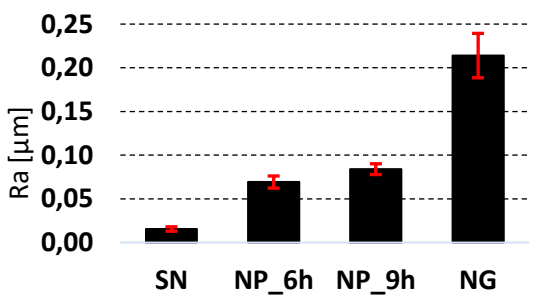


Figura 2. Rugosidade média (Ra) dos corpos de prova sem nitretação (SN), nitretados a plasma (NP_6h e NP_9h) e nitretados a gás (NG).

Este comportamento associado ao bombardeamento iônico e aos mecanismos de formação da camada nitretada que modificam a topografia da superficie [5,6].

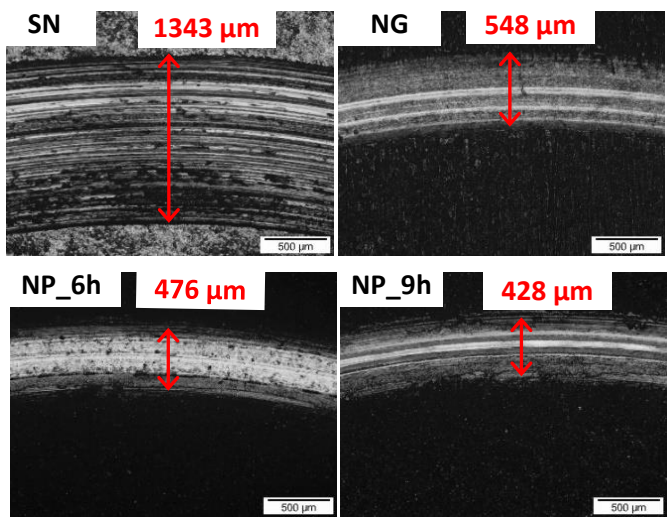


Figura 3. Micrografias Óptica das trilhas de desgaste para os corpos de prova submetidos aos ensaios pino-disco com aplicação do lubrificante Lubrodal AT 2060.

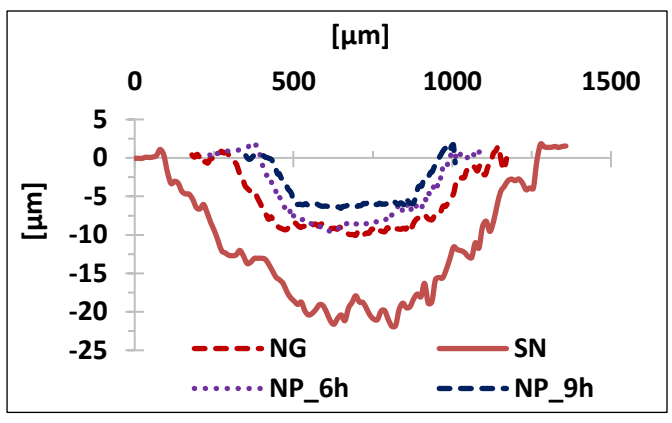


Figura 4. Perfis das trilhas de desgaste obtidos por perfilometria óptica a laser após os ensaios pino-disco.

Nos ensaios de desgaste do tipo pino-disco, tanto a nitretação a gás quanto a nitretação a plasma promoveram uma redução significative na largura e na profundidade da trilha de desgate, em comparação à condição sem nitretação (Figuras 2 e 4).

Conclusões

- ✓ A nitretação a plasma e a gás promoveu o aumento da rugosidade superficial para os corpos de prova inicialmente polidos.
- ✓ Os corpos de prova nitretados apresentaram maior resistência ao desgaste em comparação à condição sem nitretação, mesmo sob aplicação de lubrificante.
- ✓ O aumento do tempo de nitretação a plasma de 6 para 9 horas não proporcionou uma melhoria expressiva na resistência ao desgaste nas condições avaliadas.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio financeiro e técnico da FUNDEP, sendo parte do Projeto MOVER: Projeto e Fabricação de Matrizes de Forjamento Integrados à Engenharia de Superfícies. M.S. Franco agradece à CAPES (Processo n.º 88887.185869/2025-00), J.V.P.D. Nora agradece ao CNPq (Processo n.º 140743/2024-3), F. Canal agradece à CAPES (Processo n.º 88887.988547/2024-00), F. M. Wlassak agradece à CAPES (Processo n.º 88887.007108/2024-00), e A. S. Rocha, R. M. Nunes, T. M. Ivaniski, A.M. G. Brito agradecem ao CNPq/MCTI.

Referências

[1] DOBROCKY, D.; POKORNY, Z.; STUDENY, Z.; DOSTAL, P. Change of selected parameters of steel surface after plasma nitriding. *Manufacturing Technology*, v. 19, n. 2, p. 204–208, 2019.
[2] ROLIŃSKI, E.; ARNER, J.; SHARP, G. Negative effects of reactive sputtering in an industrial plasma nitriding. *Journal of Materials Engineering and Performance*, v. 14, n. 3, p. 343–350, 2005.
[3] MANOVA, D.; LUTZ, J.; MÄNDL, S. Sputtering effects during plasma immersion ion implantation of metals. *Surface and Coatings Technology*, v. 204, n. 18–19, p. 2875–2880, 2010.
[4] LEITE, M. V. et al. Desgaste e atrito da camada nitretada do aço ABNT H13 nitretado por plasma pulsado. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*, v. 6, n. 2, p. 67–72, 2009.
[5] FERNANDES, F. A. P. et al. On the wear and corrosion of plasma nitrided AISI H13. *Surface and Coatings Technology*, v. 381, art. 125216, 2020.
[6] LEITE, M. V. et al. Wear mechanisms and microstructure of pulsed plasma nitrided AISI H13 tool steel. *Wear*, v. 269, n. 5–6, p. 466–472, 2010.