

ANÁLISE DA DUREZA DO AÇO INOXIDÁVEL P410D SOBRE O DESGASTE MICRO-ABRASIVO

João Pedro de Castro Valente Lenz Ferreira¹, Marcelo de Matos Macedo^{2,3}, Ronaldo Câmara Cozza¹

¹ Centro Universitário FEI – Fundação Educacional “Padre Sabóia de Medeiros”

² UFABC – Universidade Federal do ABC

³ CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” – FATEC-Mauá

joao-fer@hotmail.com, rcamara@fei.edu.br

Resumo: Corpos-de-prova de aço inoxidável ferrítico P410D foram condicionados sob diferentes condições de tratamento térmico de “têmpera”, obtendo-se, conseqüentemente, diferentes valores de dureza. Por sua vez, a “dureza” de um material metálico apresenta considerável influência sobre a sua resistência ao desgaste micro-abrasivo. Com isso, este trabalho de Iniciação Científica teve como propósito analisar a resistência ao desgaste micro-abrasivo do aço inoxidável ferrítico P410D quando obtidos diferentes valores de dureza. Por meio de ensaios “ball-cratering” e conceitualizando-se a *Equação de Archard*, foi reportado que, de fato, a dureza apresentou significativa importância sobre a resistência ao desgaste micro-abrasivo do material em questão.

1. Introdução

Atualmente, os aços inoxidáveis são amplamente utilizados na indústria mecânica-metalúrgica, devido a suas propriedades químicas e mecânicas.

Entretanto, além destas propriedades, já consolidadas junto a sua aplicabilidade industrial, tais materiais requerem uma análise detalhada do seu comportamento tribológico junto a condições que envolvem desgaste micro-abrasivo. Por sua vez, o conceito de “desgaste micro-abrasivo” pode ser dividido em duas categorias principais: micro-abrasão por “riscamento” e por “rolamento” – exemplificados pelas Figuras 1a [1] e 1b [2].

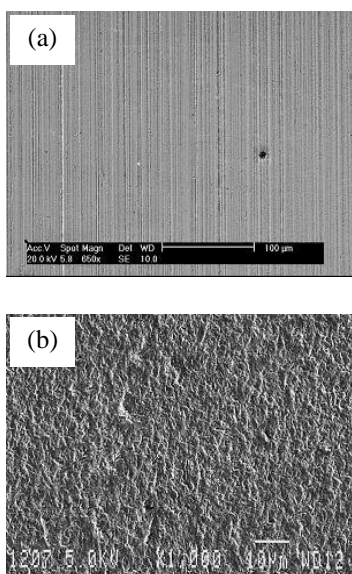


Figura 1 – Desgaste micro-abrasivo por (a) “riscamento” [1] e por (b) “rolamento” [2].

A dureza de um material metálico junto ao meio tribológico para o qual o mesmo é direcionado apresenta influência direta em sua vida-útil. Com isso, o objetivo deste trabalho é estudar o comportamento tribológico de um aço inoxidável ferrítico P410D submetido à desgaste micro-abrasivo.

2. Materiais e Métodos

Ensaio “ball-cratering” foram conduzidos em um equipamento de configuração “esfera-fixá” (Figura 2).



Figura 2 – Equipamento “ball-cratering” utilizado nos ensaios tribológicos de micro-abrasão.

Foi estudado o aço inoxidável ferrítico P410D, tratado, termicamente, sob diferentes condições de têmpera. A força normal definida para os ensaios foi de $N = 2 \text{ N}$, junto a uma distância de deslizamento $S = 90 \text{ m}$. A rotação da esfera de ensaio ficou estabelecida em $n = 56 \text{ rpm}$ e, a concentração de lama abrasiva – composta por carbeto de silício preto (SiC) e água destilada, no valor de $C = 25\% \text{ SiC} + 75\% \text{ água destilada}$ (em volume), gotejada sob uma vazão de 1 gota/s; o tamanho médio das partículas de SiC é de $3 \mu\text{m}$.

Três ensaios foram conduzidos em cada corpo-de-prova.

Os volumes (V) das crateras de desgaste foram calculadas por meio da Equação 1 [3], válida para a condição $d \ll R$:

$$V \cong \frac{\pi \cdot d^4}{64 \cdot R}$$

Sendo “ d ” o diâmetro da cratera de desgaste e “ R ” o raio da esfera de ensaio.

O comportamento do volume de desgaste (V) em função da dureza do aço inoxidável ferrítico P410D foi analisado baseando-se na *Equação de Archard* que, neste

trabalho, foi conceitualizada para ensaios “ball-cratering”.

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 exibe uma das crateras de desgaste geradas nos ensaios de micro-abrasão por esfera rotativa.

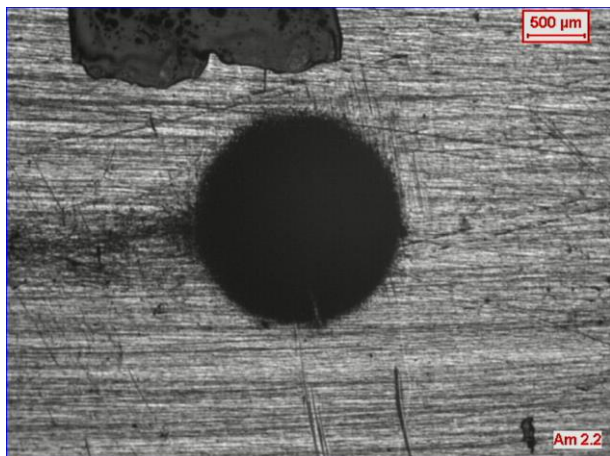


Figura 3 – Cratera de desgaste gerada nos ensaios “ball-cratering”.

Em todas as crateras de desgaste foi reportado a ocorrência de desgaste micro-abrasivo por “rolamento”. Seguindo-se a pesquisa publicada por K. Bose e R.J.K. Wood [4], a ação de desgaste micro-abrasivo por “rolamento” gera resultados de maior reprodutibilidade quando comparados a superfícies desgastadas sob a ação de abrasão por “riscamento”.

A Figura 4 mostra o comportamento do volume de desgaste (V) em função da dureza (H) do material.

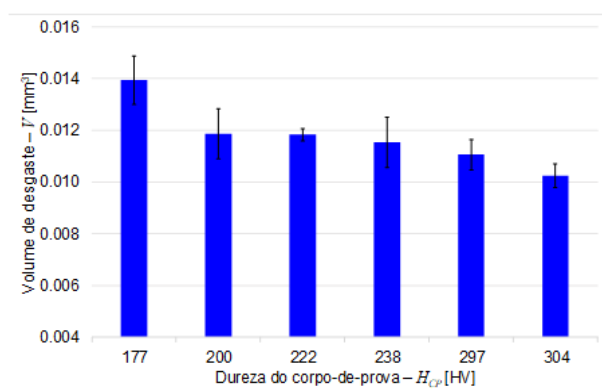


Figura 4 – Volume de desgaste (V) em função da dureza ($H - HV_{20}$) do aço inoxidável ferrítico P410D.

Observa-se que, com o aumento da dureza do material, o volume de material desgastado – volume da cratera de desgaste – diminuiu, seguindo, em concordância qualitativa, a Equação de Archard, definida pela Equação 2:

$$\xi = K_W \cdot K_F \int \frac{P \cdot v}{H_{CP}(t)} dT \quad (2)$$

Sendo ξ a resistência ao desgaste do material em análise, K_W e K_F constantes relacionadas ao material ensaiado, P a pressão de contato sob o sistema tribológico “corpo-de-prova + partículas abrasivas + esfera de ensaio”, v a velocidade de rotação da esfera de ensaio e T a temperatura do corpo-de-prova.

4. Conclusões

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o volume de desgaste seguiu, qualitativamente, a Equação de Archard, em que a resistência ao desgaste (ξ) do material é inversamente proporcional ao volume desgastado.

5. Referências

- [1] R.C. Cozza, D.K. Tanaka, R.M. Souza, Friction coefficient and abrasive wear modes in ball-cratering tests conducted at constant normal force and constant pressure – preliminary results, *Wear* 267 (2009) 61-70.
- [2] R.I. Trezona, D.N. Allsopp, I.M. Hutchings, Transitions between two-body and three-body abrasive wear: influence of test conditions in the microscale abrasive wear test, *Wear* 225-229 (1999) 205-214.
- [3] K.L. Rutherford, I.M. Hutchings, Theory and application of a micro-scale abrasive wear test, *Journal of Testing and Evaluation – JTEVA* 25 (2) (1997) 250-260.
- [4] K. Bose, R.J.K. Wood, Optimum test conditions for attaining uniform rolling abrasion in ball cratering tests on hard coatings, *Wear* 258 (2005) 322-332.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI – Fundação Educacional Inaciana “Padre Sabóia de Medeiros” pela Bolsa de Iniciação Científica.

À FATEC-Mauá, pela realização dos ensaios tribológicos “ball-cratering”.

Ao Mestrando Marcelo de Matos Macedo, pelo direcionamento quanto ao uso do equipamento de ensaio de desgaste micro-abrasivo por esfera rotativa.

À Aperam South America – ArcelorMittal, pela doação do aço inoxidável ferrítico P410D, ensaios de dureza e análise por microscopia óptica das crateras de desgaste.

¹ Aluno de Iniciação Científica do CNPq.