

ESTUDO COMPARATIVO DO DESGASTE EM AÇOS FERRAMENTA AISI D2 , D6 E VF800AT

José Divo Bressan¹
Leonidas M. Gilapa²
Andrei Tramontin³

Resumo:

O presente trabalho investiga a resistência ao desgaste de aços ferramenta nos processos de forjamento a frio e estampagem de chapas metálicas. Os testes de desgaste por abrasão e/ou deslizamento foram realizados num equipamento do tipo pino-sobre-disco cujos pinos foram de aço ferramenta D2, D6 e VF800AT com tratamento térmico. Os discos da contra face foram chapas de aço ABNT 1008 empregados na confecção de geladeiras.

A resistência ao desgaste dos aços ferramenta foi avaliada através do ensaio do tipo pino sobre disco, empregando-se uma velocidade de deslizamento 0.6m/s , cargas normais de 20 N e 30 N, distância total percorrida de 2400m e temperatura ambiente com umidade controlada. Os pinos de aço ferramenta foram submetidos a tratamento térmico de tempera e revenido, e os discos foram de chapa de aço 1008 com diâmetro de 62 mm, ensaiados como recebido.

Da análise dos gráficos de volume perdido versus distância percorrida observa-se que ocorreu um maior desgaste dos pinos AISI D6, e dos discos submetidos a estes pinos que dos pinos de aço AISI D2 e VF800AT. Como todos os pinos tem mesma dureza, isto é devido possivelmente ao mecanismo severo de desgaste por microlascamento e adesão do aço D6. Uma outra explicação possível para o maior desgaste do pino D6 é sua menor tenacidade em relação aos aços D2 e VF800AT. A taxa de desgaste do pino D6 foi 100% maior do que a taxa dos pinos D2 e VF800AT. Pode-se afirmar que o aumento da carga no pino de 20 N para 30 N produziu um maior desgaste dos pinos. Entretanto, seria necessário aumentar ainda mais a carga para ser mais conclusivo. Os pinos de aço AISI D2 e VF800AT apresentaram resistência ao desgaste semelhante, comprovando melhores características de resistência ao desgaste desses materiais para trabalhos a frio.

Palavras-chave : Ensaio de desgaste, aços ferramenta, estampagem.

Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - ABMM

1º Encontro de Integrantes da Cadeia Produtiva de Ferramentas, Moldes e Matrizes.
28 a 30 de Outubro/2003. São Paulo, S.P.

¹ Departamento de Engenharia Mecânica - CCT - Udesc Joinville – Campus Universitário, 89.223-100 – Joinville/SC – Brasil. email: dem2jdb@joinville.udesc.br

² Instituto Superior TUPY- IST, Sociedade Educacional de Santa Catarina SOCIESC, Rua Albano Schmidt, 3333, 89227-700 – Joinville/SC – Brasil. email: leonidas@sociesc.com.br

³ Departamento de Engenharia Mecânica - CCT - Udesc Joinville - Campus Universitário, 89.223-100- Joinville/SC - Brasil. email: dem6at@joinville.udesc.br

1. Introdução

Durante os processos de fabricação de peças por conformação plástica a partir de chapas metálicas, o desgaste do punção e da matriz é devido a fenômenos de contato superficial entre as superfícies deslizante como o contato entre as rugosidades, a presença de microcavacos e ou devido a presença de partículas duras provenientes da microestrutura ou partículas duras externas contaminantes. Nesta técnica, o processo de corte da chapa está sempre presente, pois as operações de conformação plástica da peça são precedidas por operações de corte do desenvolvimento da chapa. De modo geral, o processo de estampagem profunda ou embutimento de chapas metálicas pode ser efetuado pelos seguintes processos: conformação por estampagem, reestampagem ou embutimento sucessivos, embutimento duplo ou reverso, conformação rasa e conformação profunda.

Durante as operações de conformação de metais pode-se verificar cinco tipos básicos de mecanismos de falha nas ferramentas para conformação à frio que são: desgaste, lascamento, deformação plástica, trinca catastrófica e caldeamento. Portanto, o desempenho de aços ferramenta para trabalho à frio está diretamente relacionado com as propriedades mecânicas: resistência ao desgaste, tensão limite de escoamento e tenacidade à fratura. Os aços ferramenta AISI D2 e D6 são comumente usados em matrizes de conformação a frio e, por este motivo, foram empregados no presente trabalho de pesquisa. Além disso, a Villares lançou recentemente no mercado um novo tipo de aço ferramenta para trabalho a frio de alta tenacidade, o aço VF800AT, que foi também estudado [1].

Resumindo, neste trabalho foi realizado um estudo comparativo da resistência ao desgaste entre os aços ferramenta AISI D2, AISI D6 e VF800AT com tratamento térmico. Para isso utilizou-se o ensaio normalizado do tipo pino-sobre-disco cujo disco empregado foi chapa de aço que é utilizada na confecção de geladeiras.

2. Procedimento experimental

Os resultados de resistência ao desgaste são usualmente obtidos através da realização de ensaios de desgaste em equipamento de pino sobre disco com uma distância total selecionada constante, um determinado valor constante de carga normal sobre o pino e uma velocidade de deslizamento constante [2,3]. A tabela 1 abaixo mostra os parâmetros empregados durante a execução dos ensaios.

2.1 Obtenção dos corpos de prova (cdp's)

Pinos. Para a obtenção dos pinos foram utilizados três aços ferramenta distintos que são os aços AISI D2, AISI D6 e VF800AT. A confecção dos pinos foi realizada seguindo os métodos convencionais de usinagem, isto é, torneamento e retífica até a obtenção do formato desejado com a extremidade arredondada de raio aproximadamente 10mm. Após o processo de usinagem, os pinos confeccionados foram submetidos a tratamento térmico (temperado e revenido) para aumento de sua resistência mecânica e de acordo com a sua utilização como ferramental. A tabela 2 apresenta a condições de tratamento térmico e respectivas durezas obtidas.

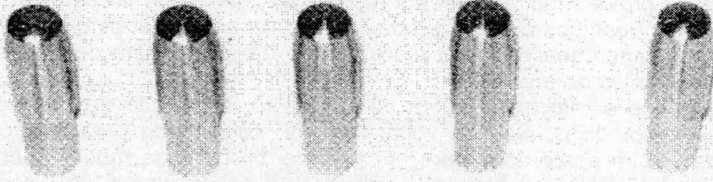


Figura 1. Pinos utilizados nos ensaios de desgaste Pino sobre Disco.

Tabela 1- Parâmetros empregados na realização dos ensaios de desgaste.

Velocidade linear (m/s)	Carga 20N (Kgf)	Carga 30N (Kgf)	Distância Percorrida (m)	Raio da pista (mm)
0,6	1,930	2,953	2400	16

Tabela 2- Condições do tratamento térmico e respectivas durezas obtidas.

Tratamento Térmico	AISI D2	AISI D6	VF800AT
Tempera			
preaquecimento	800 °C	800 °C	750 °C
aquecimento	1020 °C	950 °C	1030 °C
homogeneização	540-580 °C	540 °C (banho sal)	500-550 °C (banho de sal)
Revenimento			
aquecimento	500 °C	500 °C	550 °C
Dureza	57 HRC	57 HRC	56 HRC

Discos. A contra-face ou disco, figura 2 abaixo, foi obtido pelo corte da chapa de aço 1008 como utilizada na indústria e com o diâmetro médio de 62 mm. Este disco foi usinado nas dimensões estabelecidas e executados 4 furos de 8 mm para a sua fixação no suporte para dar sustentação a chapa de aço 1008.

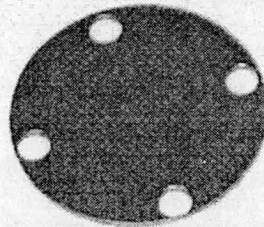


Figura 2. Disco ou contra face.

2.2 Procedimentos do ensaio de pino sobre disco

Os corpos de prova seguiram um rigoroso procedimento de preparação afim de eliminar quaisquer vestígios de sujeira ou oxidação. Em seguida, pino e disco foram pesados numa balança analítica com resolução de 0,0001 g para determinação de sua massa inicial antes do ensaio.

Foram ajustados o raio da pista de deslizamento, a rotação do porta amostra (disco) e o contador do número de voltas que foi programado para interromper o ensaio a cada 200 m percorridos para um total de 2400 m, de modo a permitir as tomadas de medida intermediárias da perda de massa do pino e do disco. Estas medições foram precedidas sempre de uma completa limpeza dos corpos de prova, usando ar comprimido e depois passado álcool etílico absoluto 99,5% e um pano. Antes de cada pesagem os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa a 80°C para evitar que o solvente empregado na limpeza influenciasse nos resultados, podendo desta forma ser avaliada a perda de massa real dos CDPs.

3. Resultados e discussões

A massa perdida do pino e disco foi convertida em volume perdido através da divisão pela densidade. Os resultados vistos nas figuras 3 e 4 referem-se aos valores da perda de volume dos três tipos de pinos e discos dos ensaios realizados para cada tipo de pino deslizando contra chapa de aço e percorrendo a distância total de 2400 m com carga normal sobre o pino de 1930 g (aproximadamente 20 N).

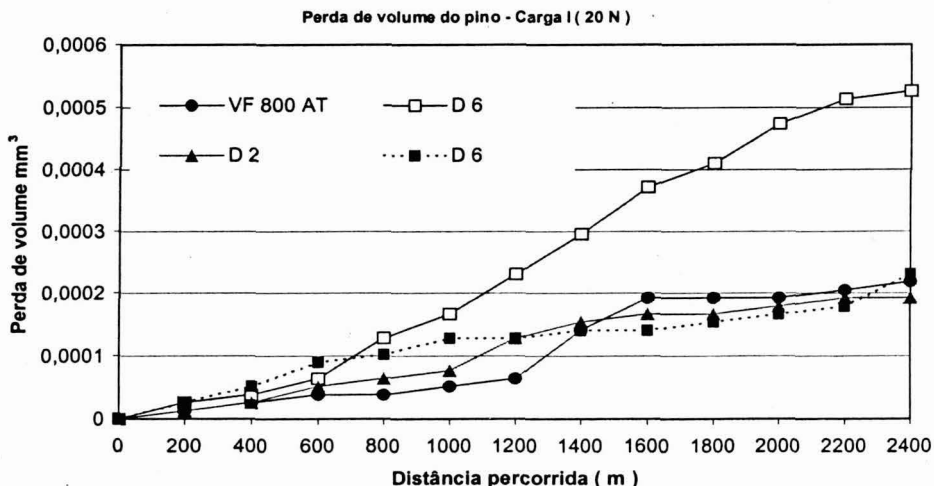


Figura 3. Evolução da perda acumulada de volume dos pinos. Carga normal 20 N.

Como se observa na figura 3, a taxa de perda de volume do pino de aço AISI D6 sob carga de 20 N é muito maior do que a taxa de perda dos pinos AISI D2 e VF800AT para um dos pinos. Como todos os pinos tem mesma dureza, isto é devido possivelmente ao mecanismo severo de desgaste por microlascamento do aço D6. Este resultado está corroborado na figura 5 para a carga mais alta de 30 N.

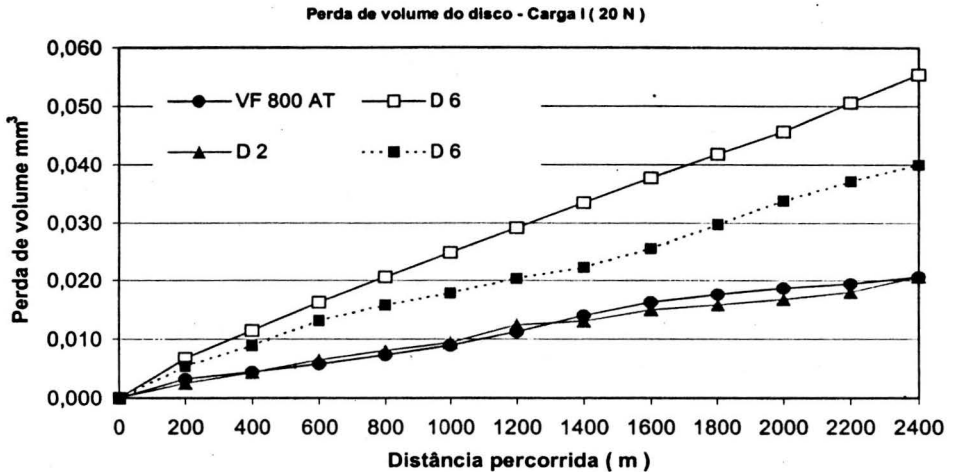


Figura 4. Evolução da perda acumulada de volume dos discos de aço SAE 1008. Carga normal de 20 N.

Porém, a taxa de desgaste dos aços AISI D2 e VF800T são praticamente iguais sob a ação da carga normal de 20N deslizando contra chapa de aço 1008.

Na figura 4 apresenta-se a variação da perda acumulada de volume do disco para os diferentes tipos de pinos sob carga de 20 N. Nota-se uma maior taxa de perda de volume (massa) do disco quando desliza contra pino D6 do que quando atua contra os pinos D2 e VF800AT, com uma tendência semelhante ao caso anterior dos pinos, ou seja, a resistência ao desgaste do disco depende do pino.

Portanto, observando-se as figuras 3 e 4 acima, constata-se que numericamente a perda de massa dos discos submetidos aos pinos D2 e VF800AT foi 150% menor do que a perda de massa dos discos submetidos ao pino D6. Porém, a taxa de desgaste do pino D6 foi 100% maior do que a taxa dos pinos D2 e VF800AT. Isto se deve aos mecanismos de desgaste por adesão e por microlascamento mais intenso no aço D6. Verifica-se também que há uma tendência de cair para zero a taxa de desgaste dos pinos a medida que a distância percorrida atinge os 2400 m. Isto é devido a uma diminuição na pressão real de contato dos pinos com a formação da pista cavada ou sulco no disco.

Com o aumento da carga no pino para 30N, a tendência é uma maior taxa de desgaste dos pinos e disco. Na figura 5 nota-se que o pino D6 é o que tem a maior taxa de desgaste, corroborando a mesma tendência do gráfico anterior para carga de 20 N. Comparando-se os valores absolutos de perda acumulada de volume para cada tipo de material do pino, pode-se afirmar que o aumento da carga para 30 N produziu um maior desgaste dos pinos. Entretanto, seria necessário aumentar ainda mais a carga nos pinos para ser mais conclusivo. Isto pode ser devido a um maior desgaste adesivo dos discos, influenciando na perda de massa dos pinos.

Na figura 5 confirmamos que houve uma maior taxa de desgaste dos discos com o aumento da carga normal nos pinos para 30 N. A tendência ao desgaste é a mesma da carga de 20 N, ou seja, uma maior perda de volume (massa) do disco quando desliza contra o pino D6 do que quando atua contra os pinos D2 e VF800AT que apresentaram menor taxa de desgaste ou uma maior resistência ao desgaste.

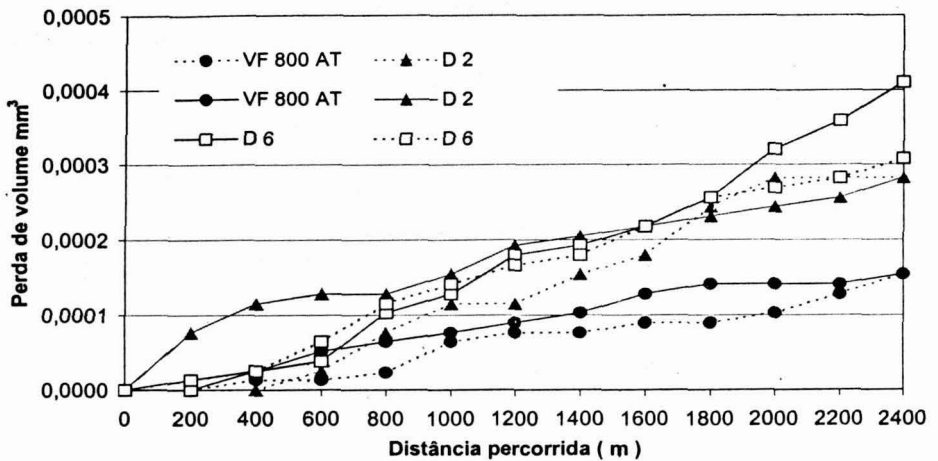


Figura 5. Evolução da perda acumulada de volume dos pinos. Carga normal de 30 N. Dois ensaios para cada tipo de aço do pino.

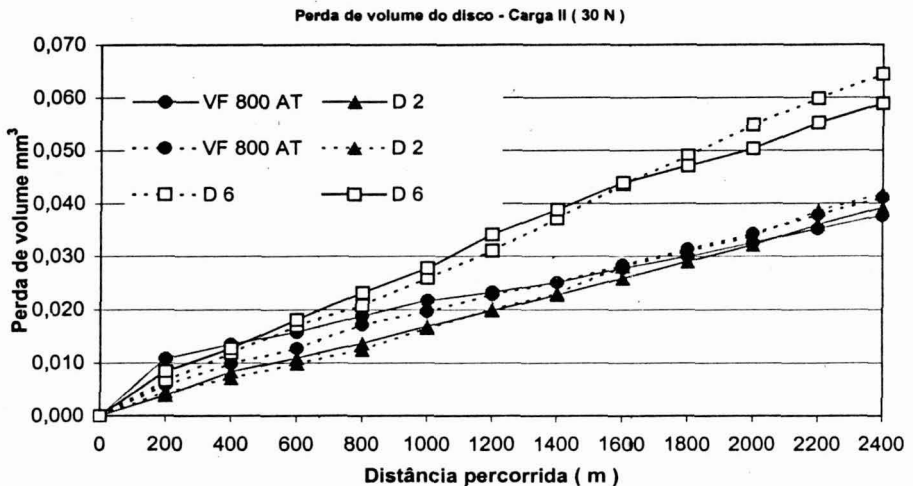


Figura 6. Evolução da perda acumulada de volume dos discos de aço SAE 1008. Carga normal de 30 N. Dois ensaios para cada tipo de aço do pino.

Uma outra explicação possível para o maior desgaste do pino D6 é sua menor tenacidade em relação aos aços D2 e VF800AT como mostra o trabalho de Mesquita [1]. Isto favorece o mecanismo de microlascamento ou delaminação presentes no desgaste por deslizamento ou abrasivo no ensaio de pino sobre disco.

4. Conclusões

Da análise dos gráficos de volume perdido versus distância percorrida observa-se que ocorreu um maior desgaste dos pinos AISI D6, e dos discos submetidos a estes pinos que dos pinos de aço AISI D2 e VF800AT. Como todos os pinos tem mesma dureza, isto é devido possivelmente ao mecanismo severo de desgaste por microlascamento e adesão do aço D6. Uma outra explicação possível para o maior desgaste do pino D6 é sua menor tenacidade em relação aos aços D2 e VF800AT. Isto favorece o mecanismo de microlascamento ou delaminação presentes no desgaste por deslizamento ou abrasivo no ensaio de pino sobre disco. A taxa de desgaste do pino D6 foi 100% maior do que a taxa dos pinos D2 e VF800AT. Pode-se afirmar que o aumento da carga no pino de 20 N para 30 N produziu um maior desgaste dos pinos. Entretanto, seria necessário aumentar ainda mais a carga para ser mais conclusivo. Os pinos de aço AISI D2 e VF800AT apresentaram resistência ao desgaste semelhante, comprovando melhores características de resistência ao desgaste desses materiais para trabalhos a frio.

Observa-se também que a taxa de desgaste dos discos é aproximadamente linear e constante até o final, tanto para carga de 20 N como para 30 N, enquanto que a taxa de desgaste dos pinos apresenta inicialmente uma taxa alta até aproximadamente 1600 metros e em seguida apresenta um comportamento que tende para a uma taxa zero de desgaste. Isto é devido possivelmente ao processo inicial de rodagem ("run in") de rompimento dos picos de rugosidade da superfície do pino e também devido a menor pressão real de contato pino-disco com a formação do sulco da pista no disco [5].

Por tanto, no caso específico dos materiais utilizados, do tratamento térmico e cargas normais deste trabalho, pode-se afirmar que os pinos aços AISI D2 e VF800AT apresentaram resistência ao desgaste semelhantes e maior desempenho para o uso em ferramentas de estampagem a frio de chapas metálicas.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o suporte financeiro recebido do CNPq na forma de bolsa de pesquisa, como também a CAPES, a SOCIESC e a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

6. Bibliografia

- [1] Mesquita, R.A.; Andrijauskas, P.S.; França, L.C.; Abreu, D.Q. e Barbosa, C.A., Um novo aço para trabalho a frio de alta tenacidade – VF800AT. In: IV Conferência Nacional de Conformação de Chapas, Gramado/RS, outubro/2001, p.72-79.
- [2] Bressan, J.D. e Hesse, R., Construction and validation tests of a pin-on-disc equipment. In. XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, COBEM 2001, Uberlândia/MG, dezembro/2001.
- [3] Williams, J.A., The laboratory simulation of abrasive wear. Tribotest Journal, 3-3, p.267-306, 1997.
- [4] Zum Gahr, K.H., Wear by hard particles. Tribology International, 31, p.587-596, 1998.
- [5] Hutchings, I.M., Tribology: Friction and wear of engineering materials. Arnold, 1995.

COMPARATIVE STUDY OF WEAR IN TOOL STEEL AISI D2, D6 AND VF800AT

José Divo Bressan¹
Leonidas M. Gilapa²
Andrei Tramontin³

Abstract: Present work investigates the wear resistance of tool steels in cold forging and stamping of sheet metal processes. The wear tests by sliding and/abrasion were performed in a pin-on-disc apparatus whose pins were tool steel made from AISI D2, D6 and VF800AT with heat treatment. The counter face discs were ABNT 1008 steel sheet used in the fridge industry.

The wear resistance of tool steels were evaluated through the pin-on-disc test, using a sliding velocity of 0.6m/s, normal loads of 20N and 30N, total sliding distance of 2400m and controlled conditions of temperature and humidity. The pin material were quenched and tempered, and the discs were 1008 steel sheets with 62mm of diameter, tested as received.

From the plotted graphs of lost volume versus sliding distance, it was observed that a greater wear rate of AISI D6 pins and the discs occurred than the AISI D2 and VF800AT steel pins. As all pins have similar hardness, this is possibly due to severe adhesion and delamination mechanisms that occurred on the D6 pin. Another possible explanation for greater wear rate of D6 pin is its lower toughness than the AISI D2 and VF800AT steel pins. The wear rate of the D6 pin was 100% greater than the AISI D2 and VF800AT steel pins. It can be stated that the increase on the pin load from 20 N to 30 N produced a greater wear in the pins. However, it would be necessary to increase further the load to be conclusive. The AISI D2 and VF800AT pins showed similar wear resistance, confirming its better wear resistance characteristics for cold work.

Key-words : wear test, tool steel, stamping.