

ESTUDO COMPARATIVO DO DESGASTE EM AÇOS PARA TRABALHO A FRIO VF 800AT E M2

Leonidas Cayo Mamani Gilapa

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

Jose Divo Bressan

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

Andrei Tramontin

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

Marcos siedschlag

Instituto Superior Tupy- IST, Sociedade Educacional de Santa Catarina SOCIESC, Rua Albano Schmidt, 3333, 89227-700 – Joinville/SC – Brasil

Resumo. O presente trabalho investiga a resistência ao desgaste de aços ferramenta nos processos de conformação a frio. Os testes de desgaste foram realizados num equipamento do tipo pino-sobre-disco, cujos pinos foram de aço ferramenta M2 e VF800AT com tratamento térmico. Os discos foram de chapas de aço ABNT 1008 material amplamente empregado na conformação a frio. A resistência ao desgaste dos aços ferramenta foi avaliada através do ensaio do tipo pino sobre disco, empregando-se uma velocidade de deslizamento 0.8 m/s, cargas normais de 20N e 30N, distância total percorrida de 2400m e temperatura ambiente com umidade controlada. Os pinos foram submetidos a tratamento térmico de tempera e revenido, os discos foram cortados com diâmetro de 62mm e ensaiados como recebido. Da análise dos gráficos de volume perdido versus distância percorrida observa-se que ocorreu um maior desgaste do pino M2, isto devido, possivelmente a uma maior dureza do material VF800AT após tratamento térmico. Já os discos submetidos aos pinos de aço VF800AT mostraram uma perda de volume maior em relação ao M2, isto possivelmente devido ao mecanismo de desgaste adesivo provocado pelo material VF800AT. Os resultados mostram um melhor comportamento do material VF800AT em aplicações onde há solicitações de resistência ao desgaste.

Palavras-chave : Ensaio de desgaste, aços ferramenta, conformação a frio.

1. INTRODUÇÃO

Durante os processos de fabricação de peças por conformação plástica seja no forjamento, extrusão ou ainda a partir de corte e embutimento de chapas metálicas, o desgaste entre punção e matriz é devido aos fenômenos de contato entre as superfícies deslizantes como o contato entre as rugosidades, a presença de microcavacos e ou devido à presença de partículas duras provenientes da microestrutura

ou partículas duras externas contaminantes. De modo geral, os processos de conformação volumétrica são efetuados pelos seguintes processos: recalque, extrusão direta ou inversa e trefilação, já o processo de conformação de chapas é realizado pelos seguintes processos: conformação por estampagem, reestampagem ou embutimento sucessivos, embutimento duplo ou reverso, conformação rasa e conformação profunda, estes processos normalmente são acompanhadas de operações de corte.

Durante as operações de conformação de metais pode-se verificar cinco tipos básicos de mecanismos de falha nas ferramentas para conformação a frio, estas são: desgaste, lascamento, deformação plástica, trinca catastrófica e caldeamento. Portanto, o desempenho de aços ferramenta para trabalho a frio está diretamente relacionado com as propriedades mecânicas: resistência ao desgaste, tensão limite de escoamento e tenacidade à fratura. O aço ferramenta M2 é comumente usado em matrizes de conformação a frio e, por este motivo, foi empregado 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 (Mesquita, 2003).

Resumindo, neste trabalho foi realizado um estudo comparativo da resistência ao desgaste entre os aços ferramenta M2 e VF800AT com tratamento térmico. Para isso utilizou-se o ensaio normalizado do tipo pino-sobre-disco cujo disco empregado foi chapa de aço ABNT 1008 que é utilizada amplamente na conformação a frio.

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 também constante (Bressan, et al 2001; Williams, 1997). A tabela 1 mostra os parâmetros empregados durante a execução dos ensaios.

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

Velocidade linear (m/s)	Carga (Kgf)	Distância Percorrida (m)	Raio da pista (mm)
0,8	1,930 e 2,953	2400	16

2.1 Obtenção dos corpos de prova (cdp's)

Pinos. Para a obtenção dos pinos foram utilizados dois aços ferramenta distintos que são os aços M2 e VF800AT. A confecção dos pinos foi realizada seguindo os métodos convencionais de usinagem, isto é, torneamento e retifica até a obtenção do formato desejado com a extremidade arredondada de raio aproximadamente 10mm conforme mostrado na figura 1. Após o processo de usinagem, os pinos confeccionados foram submetidos a tratamento térmico (temperado e revenido) de acordo com a sua utilização como ferramental para aumento de sua resistência mecânica. A tabela 2 apresenta as condições de tratamento térmico e as respectivas durezas obtidas.

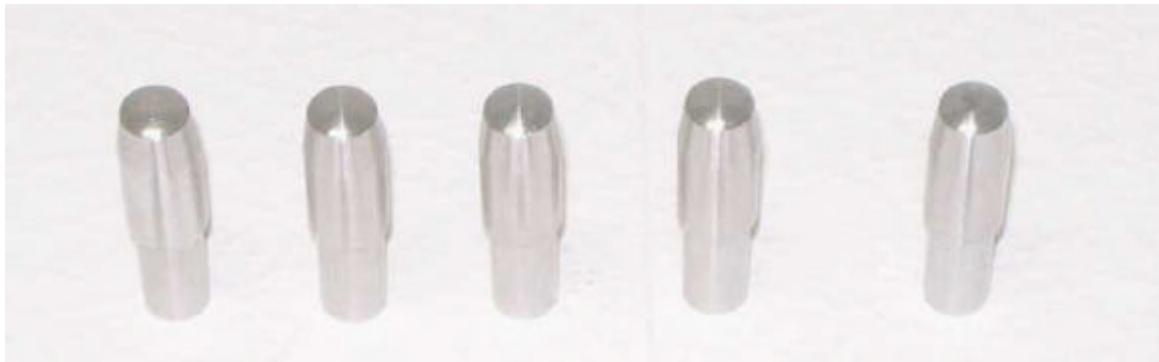


Figura 1. Pinos utilizados nos ensaios de desgaste Pino sobre Disco.

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

Tratamento Térmico	M2	VF800AT
Tempéra		
preaquecimento	800 °C	750 °C
aquecimento homogeneização	970 °C 540 °C (banho sais)	1050 °C 500-550 °C (banho sais)
Revenimento		
aquecimento	500 °C	600 °C
Dureza	58 RC	58 RC

Discos. A contra-face ou disco, figura 2, 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 8mm para a sua fixação no suporte da maquina para dar sustentação a chapa.

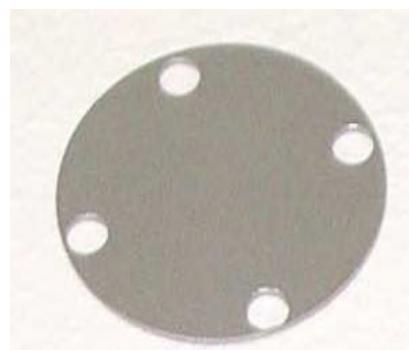


Figura 2. Disco ou contra face.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

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

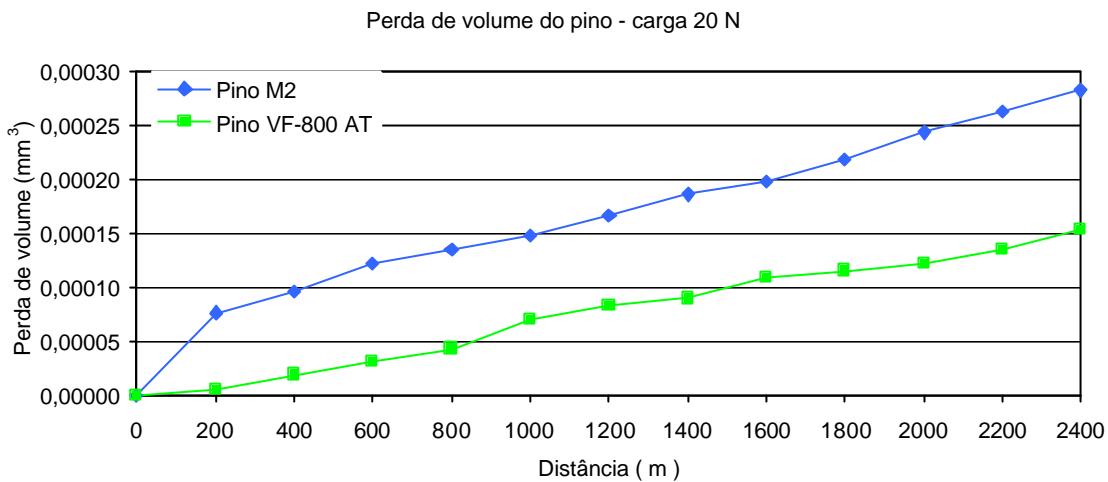


Figura 3. Evolução da perda acumulada de volume dos pinos. Carga normal 20N

Como pode ser observado na figura 3, o pino com material M2 teve nos primeiros 200m uma forte perda de volume em relação ao pino VF800AT isto devido possivelmente à rugosidade inicial proveniente do processo de fabricação, na seqüência se observa uma crescente e uniforme perda de volume durante todo o trajeto, sendo a taxa de desgaste do pino M2 um pouco mais acentuado que o VF800AT, tendo como resultado final uma diferença em torno de 83% entre o M2 e o VF800AT.

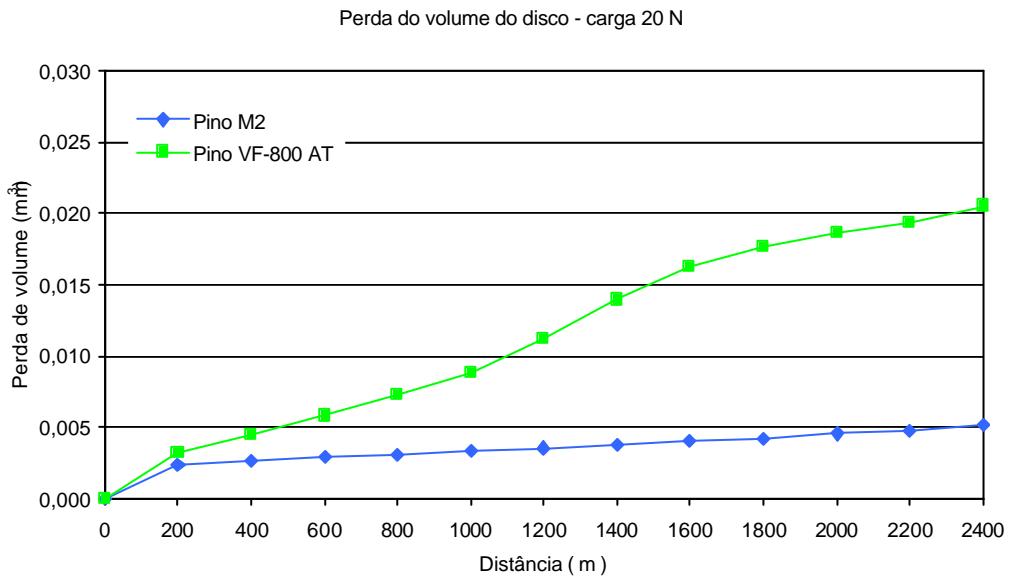


Figura 4. Evolução da perda acumulada de volume dos discos de aço SAE 1008. Carga normal de 20N.

A figura 4 apresenta a variação da perda acumulada de volume do disco para os dois tipos de pinos sob carga de 20 N. Nota-se uma maior taxa de perda de volume do disco submetido ao pino VF800AT em relação ao pino M2, esta diferença está em torno de 290%.

Observando-se as figuras 3 e 4 acima, constata-se que o pino de material VF800AT teve uma menor perda de volume, já o disco submetido a este pino teve uma perda de volume muito maior. Isto pode ser devido ao mecanismo de desgaste adesivo provocado pelo pino VF800AT. Este material arrancado do disco pelo pino pode ter sido retirado durante o processo de limpeza realizado a cada 200 m, isto pode explicar a variação da perda de volume (inclinação da curva) tanto do pino VF800AT como a do disco submetido a este pino.

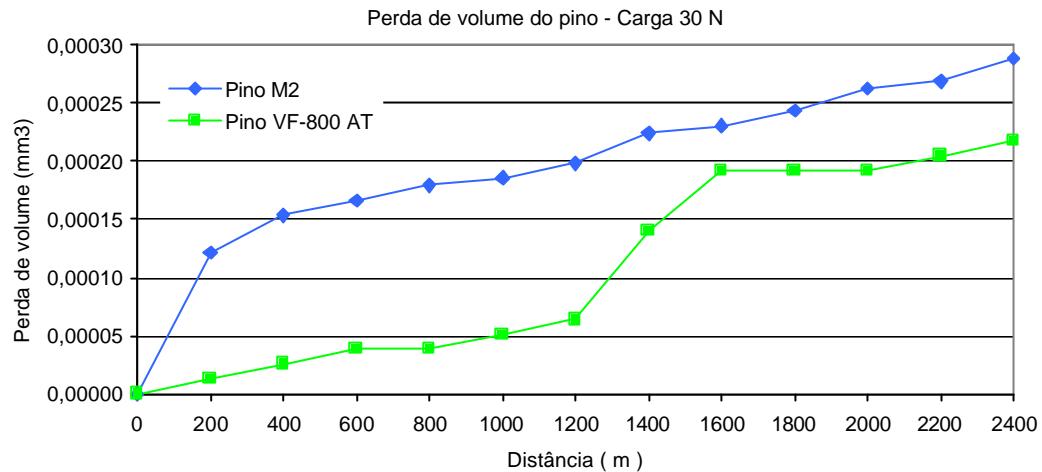


Figura 5. Evolução da perda acumulada de volume dos pinos. Carga normal de 30 N.

A figura 5 mostra os resultados da perda de volume dos pinos com carga aplicada de 30 N onde o material VF800AT obteve uma menor taxa de desgaste até os 1200 m. Entre 1200m e 1600m observou-se uma perda de volume elevada; isto possivelmente devido ao comportamento adesivo do material e a partir dos 1600 m finalizar os ensaios a taxa de desgaste é praticamente igual ao do primeiro estagio. Já o pino com material M2 mostrou uma tendência constante e crescente de perda de volume. Na figura 5 se observa que o aço M2 apresentou um desgaste em torno de 30% maior em relação ao VF800 AT.

A figura 6 mostra a perda de volume do disco quando submetida a uma carga normal de 30N, nesta figura se observa que o material M2 também causou um menor desgaste nos discos submetidos a estes pinos em relação ao aço VF800AT, essa diferença fica em torno de 240 %, o que confirma o comportamento adesivo do aço VF800AT. Comparando a figura 4 e 6 se observa que o volume perdido do disco é maior quando maior é a carga utilizada no ensaio (tanto para os pinos com material M2 como para o VF800AT), chegando esta diferença a ser em torno de 100%. Observando as figuras 3 e 5 percebe-se que o pino com material VF800AT possui um menor desgaste (menor perda de volume), mas observando as figuras 4 e 6 constata-se uma maior perda de volume do disco de aço 1008 em contato com o VF800AT comparando-se com o material M2.

Com o aumento da carga no pino para 30N, a tendência é uma maior taxa de desgaste dos pinos e dos discos. Entretanto, comparando-se os valores absolutos de perda de volume para cada tipo de material do pino, não se pode afirmar que o aumento da carga para 30N produziu um maior desgaste do pino com aço M2, mas para o pino com aço VF800AT a perda de volume é significativa. No caso do aço M2 seria necessário aumentar ainda mais a carga nos pinos para ser conclusivo. Já o comportamento dos discos foi diferente, conforme aumentada a carga a perda de volume foi praticamente o dobro para ambos os materiais.

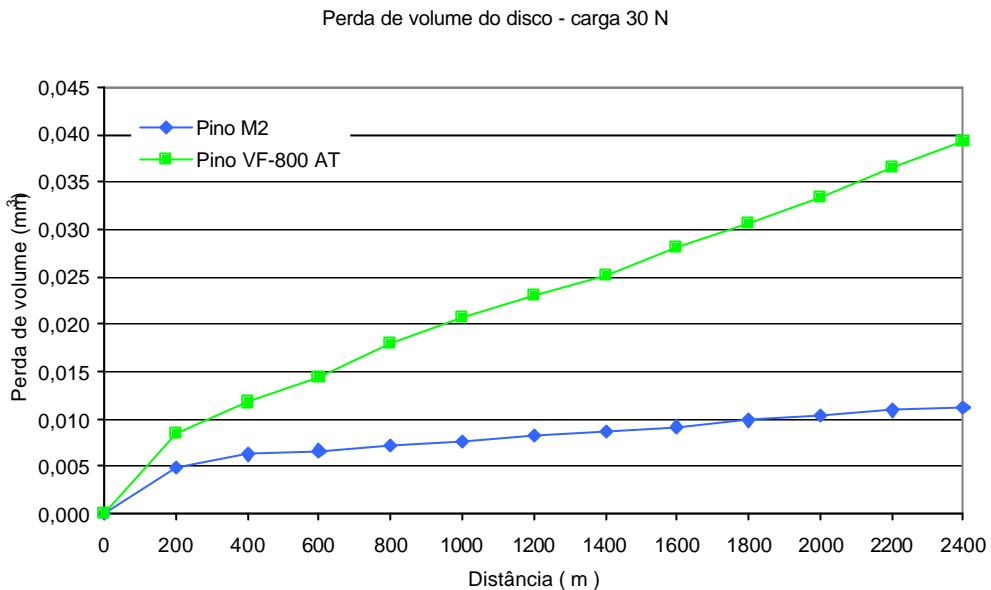


Figura 6. Evolução da perda acumulada de volume dos discos de aço SAE 1008. carga normal de 30 N.

4. CONCLUSÕES.

Dos gráficos acima de volume perdido versus distância percorrida podemos concluir que ocorreu um maior desgaste dos pinos M2 nas cargas de 20 N e 30 N. Como os pinos de M2 e VF800AT tem a mesma dureza, o maior desgaste do aço M2 em relação ao aço VF800AT pode ser devido a sua menor dureza superficial. Já os disco submetidos aos pinos de VF800AT mostraram uma perda de volume muito maior que os discos submetidos aos pinos de M2. Isto pode ser devido a uma maior tendência de desgaste adesivo provocado pelo material VF800AT, o material aderido na superfície do pino foi praticamente removido durante a limpeza realizada a cada 200m. Observa-se também nas figuras 4 e 6 uma perda crescente de massa dos discos conforme aumenta-se a carga normal. Este comportamento foi tanto para os discos submetidos aos pinos M2 como o VF800AT. Em relação a perda de volume dos pinos não podemos afirmar que o aumento da carga provocou um aumento de desgaste dos pinos de aço M2. Talvez, seria necessário aumentar ainda mais a carga para ser conclusivo. Entretanto, para o aço VF800AT observamos um aumento no volume total desgastado, como seria esperado para um aumento de carga normal. Porém, o volume desgastado e a razão de desgaste do aço M2 sempre foram maior que o aço VF800AT.

Observa-se também que a razão (taxa) de desgaste (mm^3/m) dos discos é aproximadamente linear e constante até o final, tanto para a carga de 20N como para 30N, enquanto que a razão de desgaste dos pinos apresenta inicialmente uma taxa alta até aproximadamente 200 metros e em seguida um apresenta um comportamento decrescente da taxa de desgaste. Isto é devido possivelmente ao processo inicial de rodagem (“run in”) de rompimento dos picos das rugosidades da superfície do pino e também devido a menor pressão real de contato pino-disco com a formação do sulco da pista no disco (Hutchings, 1995).

Por tanto, no caso específico dos materiais, tratamento térmico e cargas normais deste trabalho, pode-se afirmar que o pino de aço VF800AT apresentaria maior potencial de resistência ao desgaste para o uso em ferramentas de conformação a frio, mas apresenta também um comportamento de desgaste adesivo maior que o aço M2.

5. BIBLIOGRAFIA

- Mesquita, R.A.; e Barbosa, C.A., Aços de alta tenacidade para trabalho a frio In: I encontro de integrantes da cadeia produtiva de ferramentas, moldes e matrizes, São Paulo / SP outubro de 2003.
- 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.
- Williams, J.A., The laboratory simulation of abrasive wear. Tribotest Journal, 3-3, p.267-306, 1997.
- Zum Gahr, K.H., Wear by hard particles. Tribology International, 31, p.587-596, 1998.
- Hutchings, I.M., Tribology: Friction and wear of engineering materials. Arnold, 1995.

COMPARATIVE STUDY OF WEAR IN COLD FORMING STEEL M2 AND VF800AT

Leonidas Cayo Mamani Gilapa

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

Jose Divo Bressan

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

Andrei Tramontin

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

Marcos siedschlag

Instituto Superior Tupy- IST, Sociedade Educacional de Santa Catarina SOCIESC, Rua Albano Schmidt, 3333, 89227-700 – Joinville/SC – Brasil

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 M2 and VF800AT with heat treatment. The discs were ABNT 1008 steel sheet used in the 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 VF800AT steel pins showed similar wear resistance for normal load of 20N and 30N, i.e., a lower lost volume rate in the sliding distance which is related to its greater surface hardness after heat treatment, confirming its better wear resistance characteristics for cold work.

Key-words : wear test, tool steel, cold forming.