

MEDIÇÃO DAS FORÇAS DE USINAGEM E VIBRAÇÃO EM FURAÇÃO

T. B. Klein (1), A. J. Souza (1) e R. B. Schroeter (1).

(1) Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Mecânica de Precisão, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476 – EMC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis/SC, CEP: 88040-970

Palavras chaves: Furação, Forças de Usinagem, Vibração.

RESUMO

A crescente necessidade de diminuir os tempos de parada indesejáveis nos processos de fabricação provocados pelas trocas de brocas devido à quebra das mesmas, visando a redução dos custos de manutenção preventiva e corretiva, faz com que se procure a utilização de sistemas que possam informar a real situação da ferramenta de corte. Nestes casos, a utilização de sistemas de monitoramento de ferramentas e processos torna-se indispensável, possibilitando: (a) a máxima redução de tempos improdutivos de máquinas-ferramenta, (b) a identificação de quebras de ferramentas e/ou alterações do processo em tempo hábil e (c) a minimização ou até mesmo a eliminação dos custos consequentes (Kluft, 1992).

O presente trabalho mostra a aquisição e a análise do comportamento da força de avanço (F_f), do momento torçor (M_t) e da vibração (V_s), visando obter dados para uma futura implementação de um sistema de monitoramento da ferramenta no processo de furação. Para a aquisição dos sinais F_f e M_t utilizou-se uma plataforma piezométrica KISTLER modelo 9263, com seus respectivos amplificadores de carga (modelo 5006). Um sensor PROMETEC modelo AE30, assim como seu devido pré-amplificador, foi usado na aquisição de V_s . O sensor foi fixado por parafuso na lateral do corpo de prova (perpendicular ao avanço da broca).

Uma placa de aquisição de dados NATIONAL INSTRUMENTS modelo PCI-MIO-16-E1 faz o processamento dos sinais condicionados previamente. Os pontos (em volts) foram captados numa taxa de amostragem de 1 kHz durante 6 segundos com auxílio do software DIADEM.

Foram usinadas peças de aço SAE 4340 temperado e revenido para o desgaste de três brocas de aço-rápido de 10 mm do mesmo lote (A, B e C), do fabricante AMERICAN TOOL, numa fresadora CNC ROMI Polaris F400. As condições de usinagem foram mantidas durante todo o experimento, sendo: velocidade de corte $v_c = 12$ m/min; avanço $f = 0,06$ mm e profundidade de corte $a_p = 25$ mm, com emulsão 4%.

Realizou-se inicialmente pré-teste para a verificação da vida da broca C e assim determinar os intervalos de medição. O critério de fim de vida adotado para a broca C foi o desgaste médio de flanco (V_B), até que atingisse a guia de um dos gumes da mesma.

As figuras 1 e 2 mostram respectivamente os valores médios (média aritmética dos 6144 pontos coletados) de F_f e M_t para duas das brocas avaliadas (A e B).

Na figura 1, observa-se que a força de avanço tende a crescer à medida que as brocas A e B vão se desgastando, o que confere com o trabalho de Pereira (1996). No comprimento 600 mm, nota-se uma coincidência de valores de força para as duas brocas. Na figura 2 nota-se que o momento torçor não sofre grandes variações, não sendo tão sensível quanto a força de avanço na medição do desgaste. Observa-se uma queda do valor do momento no intervalo de 700 a 800 mm usinado para a broca B, podendo ser, segundo Christoffel (1984), devida a alguma falha na broca.

Tomando a broca B como referência, principalmente por ter sido observada uma variação nos últimos 100 mm usinados no gráfico do momento torçor (vide fig.2), resolveu-se analisar e comparar os sinais de vibração coletados pelo transdutor [em volts] para 200 mm e 800 mm usinados, respectivamente, figuras 3 e 4.

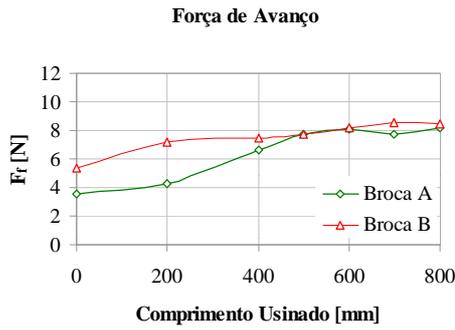


Figura 1 – Gráfico da força de avanço média em função do comprimento usinado

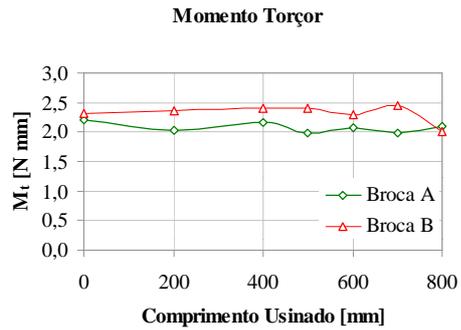


Figura 2 – Gráfico do momento torçor médio em função do comprimento usinado



Figura 3 – Vibração para 200 mm

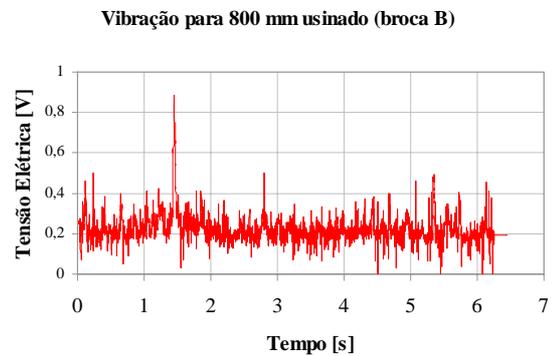


Figura 4 – Vibração para 800 mm

Pôde-se observar no gráfico da figura 4 um valor de pico próximo de 0,90 V no instante 1,5 s, para um valor médio de 0,22 V, mostrando um “possível” lascamento do gume.

A curtose (K) mede o grau de achatamento de uma distribuição, em comparação com uma distribuição normal. Um alto valor de curtose implica numa distribuição aguda (pico alto) e um valor baixo indica essencialmente uma distribuição com topo achatado (Souza, 2001). O gráfico da figura 5 mostra a curtose tomada nos intervalos de aquisição de sinais de vibração. O valor de K foi calculado com auxílio de um software comercial.

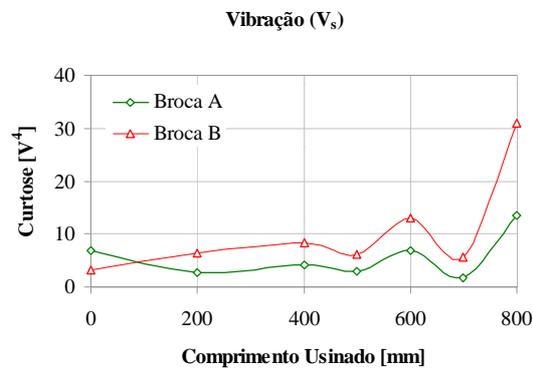


Figura 5 – Gráfico da curtose dos sinais de vibração em função do comprimento usinado

Observou-se um forte crescimento da curtose, principalmente no fim de vida da broca, pois a vibração aumentou consideravelmente, aumentando com isso a dispersão dos valores

adquiridos. Para uma análise mais apurada, analisou-se a curtose, novamente na broca B para 800 mm usinado, no intervalo entre 7 e 8 segundos, evidenciado no gráfico da figura 4. Foi possível observar uma forte correlação da curtose com o sinal de vibração detectado, mostrado na figura 6.

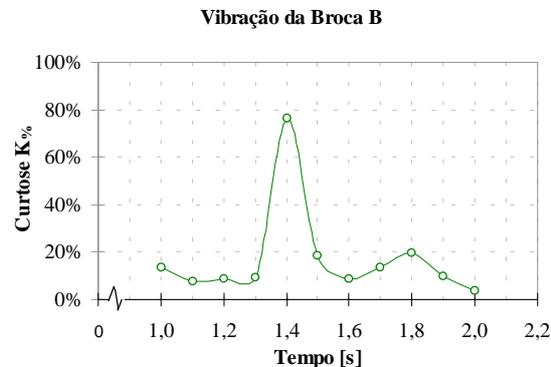


Figura 6 – Gráfico da curtose dos sinais de vibração em função do tempo de aquisição

Concluindo, pode-se dizer que a força de avanço variou de maneira crescente com a largura da marca de desgaste de flanco, sendo esta muito mais sensível ao desgaste do que o momento torçor, que se manteve praticamente constante. A vibração não apresentou grandes variações durante o processo. Porém, com o tratamento estatístico de curtose, pôde-se detectar um “possível” lascamento do gume após 800 mm usinado com a broca B; além disso, observou-se um forte crescimento da curtose, principalmente no fim de vida da broca, pois a vibração aumentou consideravelmente, aumentando com isso a dispersão dos valores adquiridos. Assim, o tratamento estatístico de curtose poderá ser efetivamente aplicado no processamento de sinais de vibração para o monitoramento *on-line* de avarias (trincas, lascamentos, quebras) na broca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brinksmeier, E. (1990).** Prediction of tool fracture in drilling. *Annals of the CIRP*, v.39, n.1, p.97-100.
- Christoffel, K. (1984).** *Werkzeugüberwachung beim Bohren und Fräsen*. Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation. Fakultät für Maschinenwesen der RWTH-Aachen.
- Kluft, W. (1992).** Tool monitoring for mass production turning, drilling, milling and grinding. *Monitoring Technology for Improved Cutting Tool Performance and Predictive Maintenance Clinic* – SME Conference, Detroit – Michigan, USA, 24p., May.
- Liu, T.; Anantharaman, K. S. (1994).** Intelligent classification and measurement of drill wear. *ASME Journal of Engineering for Industry*, v.116, n.3, p.392-397.
- Pereira Filho, I. C. (1996).** *Monitoramento da furação com brocas helicoidais inteiriças de metal duro*. Dissertação (Mestrado), EMC – UFSC.
- Souza, A. J. (2001).** *Aplicação de multisensores no prognóstico da vida da ferramenta de corte em usinagem*. Florianópolis. 70p. Qualificação (Doutorado). EMC – UFSC.
- Stemmer, C. E. (1995).** *Ferramentas de corte I*. 4.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 249p.