

AValiação DA FORÇA DE CORTE NA COMPARAÇÃO COM DIFERENTES FLUIDOS NO PROCESSO DE MICROFRESAMENTO

Daniel Fernandes da Cunha, Universidade Federal de Goiás, danielcunha@ufg.br

Marcio Bacci da Silva, Universidade Federal de Uberlândia, mbacci@mecanica.ufu.br

Maksym Ziberov, Universidade Federal de Uberlândia, ziberov@hotmail.com

Aline Gonçalves dos Santos, Universidade Federal de Uberlândia, alinegsantos_23@hotmail.com

Resumo. *O presente trabalho visa apresentar uma proposta para aquisição do torque envolvido durante o processo de micro fresamento e apresentar uma análise comparativa entre a influência da utilização de fluidos de corte convencionais quando adicionados de partículas de grafeno.*

Palavras chave: *micro fresamento, força de corte, fluido de corte, grafeno*

1. INTRODUÇÃO

O processo de microusinagem é altamente utilizado na precisão requerida pela indústria. Segundo a teoria de formação de cavacos (Aramcharoen, 2008), o material é cisalhado devido à força exercida pela aresta de corte. Um efeito dominante de deformação se sobrepõe ao cisalhamento do material quando a profundidade de corte for menor do que a mínima espessura necessária para a formação do cavaco (Arsecularatne, 1997). Uma característica do processo de microusinagem é o “*size effect*”. Esse fenômeno pode ser estimado pela pressão específica de corte. (Ferraresi, 1977; Kim, 1995). O “*size effect*” é caracterizado na usinagem de metais por um aumento não linear na pressão específica de corte relacionado à diminuição da profundidade mínima de corte (Lui, 2007; Kim, 1995). Segundo Ng (2006), a força gerada pela deformação do material não cisalhado pode ser utilizado para explicar o “*size effect*”. Porém, essa força causada pela deformação do material é de difícil determinação por algum método direto. A utilização de fluidos pode ser uma alternativa para a transição entre deformação de material e a efetiva formação do cavaco para uma mesma profundidade de corte. No trabalho apresentado, diferentes fluidos de corte são utilizados com diferentes propriedades térmicas e aditivos para avaliação da eficiência em reduzir os esforços do processo durante a usinagem pela medição do torque.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A ferramenta utilizada nos testes são fresas de topo de metal duro, com diâmetro de 381 μm com duas arestas de corte, fabricadas pela Performance Microtools. Para uma mesma profundidade de corte (30 μm), foram utilizados diferentes fluidos de corte. Como parâmetros de usinagem, foram selecionados dois níveis de valores de avanço e rotação da ferramenta durante os ensaios. Os valores de avanço escolhidos foram 0,002 $\mu\text{m}/\text{volta}$ e 0,003 $\mu\text{m}/\text{volta}$ com rotações da ferramenta de 30 mil rpm e 40 mil rpm. A máquina utilizada foi uma Microfresadora Minitex Machinery, com 4 eixos, com resolução de posicionamento de 0,1 μm . A rotação da ferramenta é controlada por um controlador Nakanishi, modelo E3000, rotação máxima de 60000 rpm (Figura 1)).

Para aquisição de sinais para cálculo do torque, foi utilizada uma placa National Instruments, modelo NI 6251 juntamente com um computador com o programa Signal Express instalado a uma taxa de aquisição de 1000 Hz. O controlador possui uma porta de comunicação paralela com 25 pinos, destes, alguns são entrada de sinal para comunicação do controlador da máquina com os motores dos eixos; outros são sinais de saída na forma de tensão, por exemplo torque, rotações por minuto, etc. Todos os equipamentos foram aterrados com a finalidade de redução de erro na medição do sinal, ocasionada por ruídos, porém como o sinal de aquisição é muito baixo, não foi possível a realização precisa dos valores de tensão na saída do controlador. O sinal adquirido é mostrado na Figura 2).



Figura 1. Máquina para teste de microfresamento

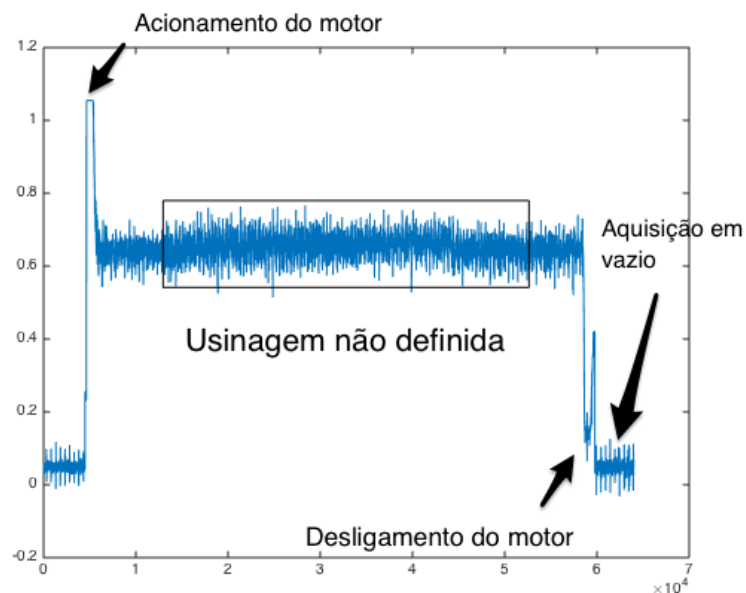


Figura 2. Aquisição do sinal de torque (número de pontos x volts)

A primeira elevação do sinal se refere ao acionamento do motor. Após um determinado tempo, começa o processo de usinagem, porém, na aquisição do sinal, não se pode identificar o início do processo, onde a ferramenta entra em contato com a peça usinada e nem quando este contato termina. Após o desligamento do motor da ferramenta, o sinal volta a cair e o sistema volta a adquirir um sinal sem o equipamento ligado, sinal “em vazio”. Um tratamento de sinal foi feito utilizando um recurso de média móvel. É feito uma média, de um determinado número de pontos (M) do sinal de entrada $x[i+j]$, para produzir cada número de pontos do sinal de saída $y[i]$, como representado na Eq. (1) abaixo.

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i+j] \quad (1)$$

O sinal de aquisição de torque após o filtro de média móvel com 500 pontos gera um gráfico como o mostrado na Figura 3, possibilitando a identificação do instante do contato da ferramenta com a peça e o término do processo. Assim, é possível calcular um valor médio de tensão equivalente ao torque envolvido durante a usinagem. Ressaltando que o valor encontrado é um valor médio de um sinal filtrado, portanto, nenhum valor apresentado neste trabalho pode ser considerado um valor exato, porém pode-se utilizar estes valores médios como comparativos percentuais para verificação da influência dos parâmetros.

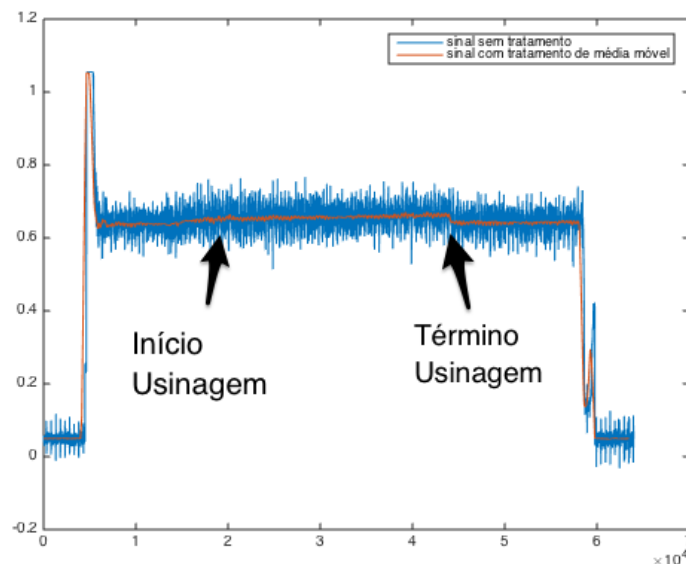


Figura 3. Sinal de torque com tratamento de média móvel

3. RESULTADOS

Após realizado os ensaios, chega-se ao seguinte resultado como mostrado na Figura 4) a seguir. Para velocidades menores (30000 rpm) e avanço menor (60 mm/min), todos os fluidos apresentaram uma redução no torque em relação à usinagem à seco. O fluido de corte com óleo sintético, se mostrou mais eficiente para a redução do torque devido suas propriedades não evaporativas. Segundo informações dos fabricantes, o VASCO 1000 possui uma propriedade evaporativa para melhorar a eficiência da retirada de calor do processo. Já o óleo sintético, não possui essa característica evaporativa, melhorando seu desempenho lubrificante. Com o aumento da velocidade de avanço para 90 mm/min, o óleo sintético contraria a expectativa de que quanto maior o aumento do avanço, maior o esforço envolvido no processo, porém, sugere-se que essa diminuição do valor do torque seja devida também a propriedades evaporativas dos fluidos. Para o VASCO 1000, a maior evaporação do fluido faz com que a perda de calor latente aumente a resistência do material a ser cisalhado. O óleo armazena uma certa quantidade de calor gerada pela rotação da ferramenta, porém mantendo o calor envolvido no processo e aumentando a eficiência lubrificante.

Considerando-se as velocidades mais altas (40000 rpm) com menor avanço (80 mm/min), todos os resultados utilizando-se fluido de corte foram também menores que a usinagem a seco. Acredita-se que o único fluido eficiente antes de um colapso da ferramenta foi o VASCO 1000 adicionado com grafeno. Os outros testes, acredita-se que a ferramenta quebrou durante o ensaio e, por conseguinte, a profundidade de corte foi alterada e o valor do torque foi bem inferior ao avanço de 80 mm/min.

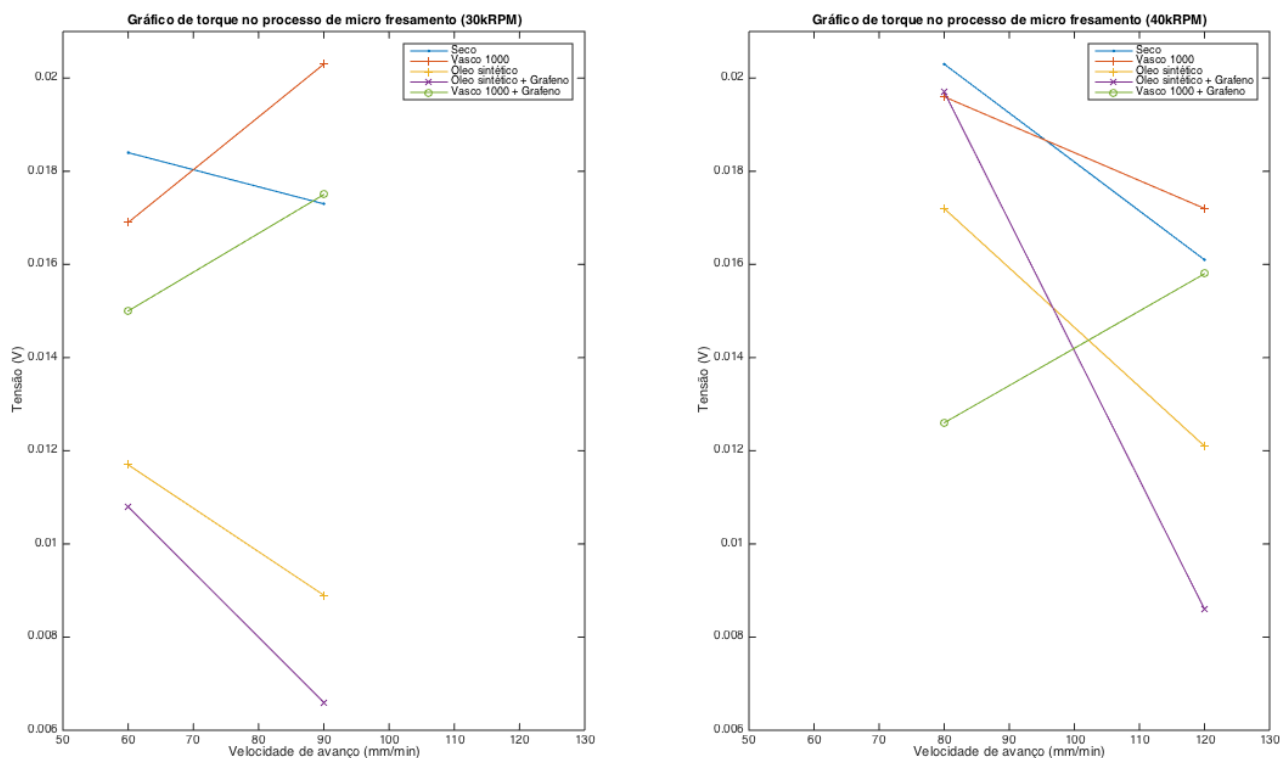


Figura 4. Resultados de torque processo de microfresamento utilizando diferentes fluidos de corte

4. CONCLUSÕES

Para avanços menores os fluidos foram eficientes se comparados com a usinagem a seco.

É necessária uma avaliação de desgaste da ferramenta para confirmar a hipótese da queda de valores de torque para altos avanços.

Em testes posteriores, foi confirmado o aumento de temperatura do fluido de corte devido movimento de rotação da ferramenta como sugerido anteriormente.

5. REFERÊNCIAS

- Aramcharoen, P.T., 2008, "Size effect and tool geometry in micromilling of tool steel", Precision Engineering, pp. 402-407.
- Arsecularatne, J.A., 1997, "On tool-chip interface stress distribution, ploughing force and size effect in machining", International Journal Machining Tools and Manufacturing, pp. 885-899.
- Ferraresi, D., 1977, "Fundamento da Usinagem dos Metais, Volume 1", Campinas: Editora Edgard Blucher.
- Kim, J.D., 1995, "Theoretical analysis of micro-cutting characteristics in ultra-precision machining", Journal of Materials and Process Technology, pp. 387-398.
- Lui, K., 2007, "Finite element analysis of influence of tool edge radius on size effect in orthogonal micro-cutting process", International Journal Mechanical Science, pp. 650-660.
- Ng, C.K., Melkote, S.N., Rahman, M., Kumar, A.S., 2006, "Experimental study of micro and nano scale cutting of aluminum 7075-T6", International Journal of Machining Tools and Manufacturing, Vol.46, pp. 929-936.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho somente foi possível devido apoio da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia e Universidade Federal de Goiás. Agências de fomento CAPES, CNPq, FAPEMIG e FAPPEG. Também a comissão organizadora do POSMEC 2015.

7. ABSTRACT

The present work aims to propose a methodology for acquisition of torque in micro milling cutting process and compare the influence of using a graphene added fluid with commercial cutting fluids.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.