



AVALIAÇÃO DA FORÇA DE AVANÇO E DO TORQUE NO ROSQUEAMENTO INTERNO COM MACHOS DE CORTE

Paulo Rosa da Mota M.Sc.; Dr. Márcio Bacci da Silva; Dr. Alexandre Martins Reis

O ferro fundido vermicular, também conhecido como *Compacted Graphite Iron* – CGI, nos últimos anos tem se destacado na indústria automobilística mundial. Esse material vem gradativamente substituindo o ferro fundido cinzento, principalmente na fabricação de cabeçotes e blocos de motores diesel (Mocellin, 2002; Xavier, 2003). Assim, o ferro fundido vermicular aparece como um bom substituto para tais aplicações, pois além de possuir propriedades de condutividade e de amortecimento semelhantes ao ferro fundido cinzento, têm propriedades mecânicas superiores, permitindo a fabricação de motores de melhor desempenho e menor peso (Fukumasu et al, 2005). Contudo, alguns trabalhos têm mostrado que a utilização do ferro fundido vermicular apresenta como desvantagem a maior dificuldade para usiná-lo, isto é, pior usinabilidade em relação ao ferro fundido cinzento (Doré et al, 2007).

Isso ocorre devido a vermicularização da grafita em função da ação do magnésio, que é um elemento nodulizante. Para a formação da grafita compacta, o teor de magnésio ativo na liga deve ser mantido na faixa de, aproximadamente, 0,01 e 0,02%. Como este controle de composição é complexo, nos processos normais de fundição utiliza-se titânio, elemento antinodulizante, em teores de 0,1 a 0,2%, o qual amplia a faixa de obtenção de vermicular para valores mais altos de magnésio. Entretanto, a adição de Ti implica na formação de inclusões duras de carbonetos e carbonitretos, o que prejudica substancialmente a usinabilidade do vermicular (Doré et al, 2007).

A falta de pesquisas do comportamento deste material quando submetido ao processo de rosqueamento interno com machos de corte é a principal fonte de motivação para a realização do presente trabalho.

Assim, esse trabalho consiste em investigar o comportamento de machos de corte de metal duro com quatro canais retos (M13 X 1,5), no processo de usinagem (rosqueamento interno) de ferro fundido vermicular (CGI 450), nas condições de corte a seco, com fluido de corte em forma de jorro e com Mínima Quantidade de Fluido (MQF), e variando as velocidades de corte e avanço. Foram utilizadas duas máquinas-operatrizes (centros de usinagem), uma modelo Petrus 50100R (Nardini) e uma modelo Discovery 750 (Romi). É utilizado cabeçote fixo acoplado a um dinamômetro por telemetria para aquisição de forças e torque.

A metodologia de ensaios adotada no presente trabalho foi constituída de duas fases: a primeira fase foi realizada na empresa Tupy Fundições Ltda, onde as ferramentas de corte (machos de corte de metal duro revestido) foram utilizadas na linha de produção. Na segunda fase as ferramentas são utilizadas no laboratório para medição de torque e forças de corte, utilizando para isso, um equipamento de medição (dinamômetro) por telemetria e condições de corte similares às utilizadas na linha de produção.

Vários testes exploratórios também estão sendo realizados no laboratório. Um dos testes, dos quais são apresentados os resultados neste trabalho, tem a finalidade de contribuir com o entendimento do processo. Para isto foram realizados ensaios com diferentes profundidades de rosca (espessura de corte) e avaliado o efeito da velocidade de corte, única condição de corte que pode ser alterada neste processo, no torque e força de avanço. Os resultados são mostrados na Fig. 1. Pode-se observar através da Fig. 1 (a) que a força aumenta com a velocidade de corte, independentes da espessura de corte. Provavelmente a quantidade de cavacos presos nos canais da ferramenta pode ter influenciado nas forças de corte, pois o aumento na velocidade de corte promove na realidade um aumento na taxa de remoção de material (volume / tempo), desta forma, em um mesmo tempo tem-se um volume maior de cavaco gerado, o que pode ser o responsável pelo aumento das forças de corte.

Uma análise da Fig. 1 (b) permite avaliar a evolução dos torques em função da profundidade de corte na usinagem de ferro fundido vermicular, no rosqueamento de furos cegos, com uma ferramenta nova. Observa-se que o torque aumentou em função da área usinada (profundidade de corte). Entretanto, os valores medidos para o torque ficaram muito próximos a partir de uma determinada profundidade de corte (cerca de 5 mm). Acredita-se que após a entrada da parte cônica dos filetes da ferramenta de corte, região que efetivamente realiza a usinagem, os valores do torque tendem a estabilizar, à medida que os filetes da parte cilíndrica vão tendo contato com o material já usinado.

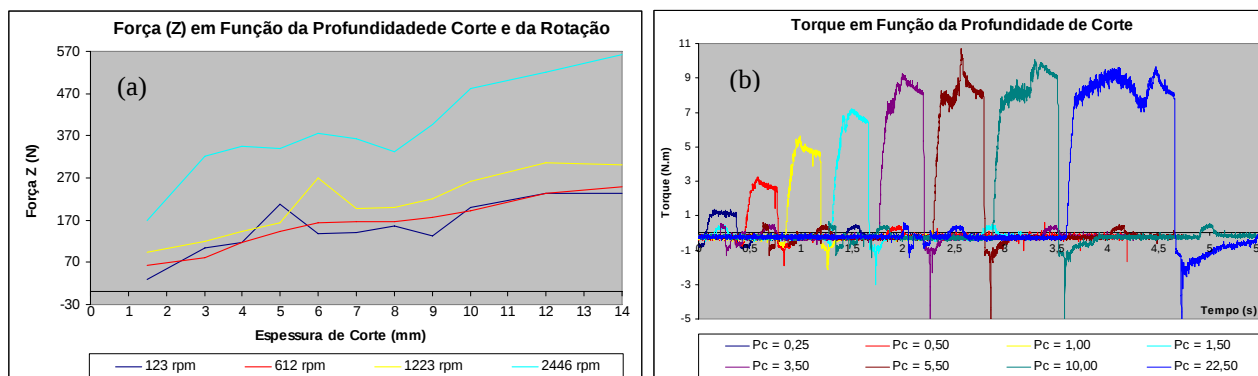


Figura 1 - Força de avanço (direção Z) em função da profundidade de corte e rotação (a); Evolução do torque em função da profundidade de corte (b);

A Fig. 2 permite avaliar o nível de desgaste da parte cilíndrica de um macho de corte com 60% de vida, ou seja, após a ferramenta de corte usinar cerca de 7200 roscas na linha de produção da Tupy. Observa-se que o desgaste é progressivo (esquerda para direita). O 1º dente alisador (4º dente do macho de corte) possui a aresta de corte que tem o maior contato com o material a ser usinado. Dessa forma, com a evolução do desgaste, os demais dentes também têm participação na retirada de material.

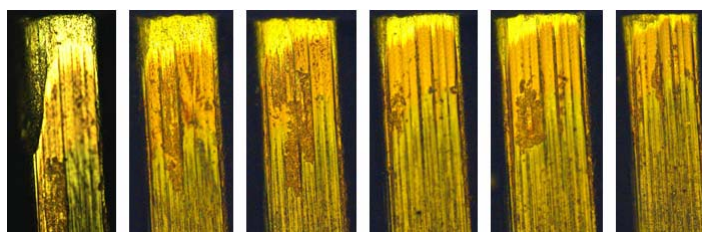


Figura 2 – Evolução do desgaste em uma ferramenta de corte (macho de corte) com 60% de vida

A contribuição desse trabalho está relacionada com a melhor compreensão do processo de rosqueamento interno com machos de corte, verificar o efeito das variáveis do processo nas forças de corte e no torque e a correlação com o nível de desgaste da ferramenta.

REFERÊNCIAS

- DORÉ, C., BOEHS, L., GUESSER, W. L., 2007. **Avaliação da Influência da Microestrutura na Usinabilidade do Ferro Fundido Vermicular**. REMAUSME (Sub-Projeto 2: Ferros Fundidos), CD. Campinas, SP.
- FUKUMASU, N.K., PELEGRINO, P.L., CUEVA, G., SOUZA, R.M., SINATORA, A. (2005). **Numerical Analysis of the Stresses Developed During the Sliding of a Cylinder Over Compact Graphite Iron**, Elsevier - Wear 259 (2005) p. 1400–1407.
- MOCELLIN, F., 2002, “**Avaliação da Usinabilidade do Ferro Fundido Vermicular em Ensaios de Furação**”, Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002, 112 p.
- XAVIER, F. A., 2003, “**Aspectos Tecnológicos do Torneamento do Ferro Fundido Vermicular com Ferramentas de Metal-Duro, Cerâmica e CBN**”, Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003, 146 p.