



ANALISE DA USINABILIDADE DE FERROS FUNDIDOS CINZENTOS LIGADOS (CrCuSn e CrCuSnMo) E VERMICULAR CLASSE 350 EM ALTA VELOCIDADE DE CORTE.

Vitor Tomaz Guimarães Naves; Marcio Bacci da Silva

A substituição do ferro fundido cinzento pelo ferro fundido vermicular (CGI) nos blocos de motores diesel ganha atenção devido principalmente ao melhoramento da eficiência térmica e com isso maior potência. Características próximas entre estes materiais, como por exemplo, a condutividade térmica e o fator de amortecimento, acompanhado da redução do peso do motor, contribuem para que o CGI seja definitivamente o material adotado para a fabricação de cabeçotes e blocos de motores diesel. Porém, a utilização fica comprometida devido a pior usinabilidade do CGI em relação ao ferro fundido cinzento, principalmente para processos que utilizam altas velocidades de corte e corte interrompido. Neste contexto, as pesquisas apresentam como uma importante ferramenta para a seleção de parâmetros e ferramentas de corte durante a usinagem.

É com base nesta motivação que este trabalho apresenta resultados de ensaios de usinabilidade de três ligas de ferros fundidos, sendo dois cinzentos comumente utilizados na fabricação de cabeçote de motor diesel e um o ferro fundido vermicular que passa a ser uma nova e promissora tecnologia para uma futura substituição em função de aumento de resistência mecânica de uma forma geral. O objetivo principal deste trabalho é analisar e comparar a usinabilidade de dois ferros fundidos cinzentos ligados (CrCuSn e CrCuSnMo) e um ferro fundido vermicular da classe 350, através de ensaios de vida da ferramenta. O processo de usinagem para os testes foi o fresamento frontal, a seco. Foram utilizadas ferramentas de metal duro revestidas com óxido de alumínio.

As condições de corte como o avanço e profundidade de corte foram mantidos constantes, 0,2 mm/volta/dente e 1,0 mm respectivamente. Foram utilizadas três velocidades de corte, 600, 800 e 1000 m/min. Estes valores de velocidade de corte podem ser considerados para aplicações de usinagem em alta velocidade de corte (*HSM – High Speed Machine*). Estes valores de velocidade de corte são relativamente maiores aos sugeridos pelo fabricante das ferramentas. Porém, o motivo para isto foi a necessidade de acelerar o processo de desgaste na aresta de corte da ferramenta, uma vez que há uma limitação dos corpos de prova de cada material. Velocidades de corte elevadas geram maior taxa de energia térmica durante o processo de cisalhamento do material o que influencia consideravelmente nos mecanismo de desgaste das ferramentas de corte.

Antes de iniciar as análises do índice de usinabilidade, é importante apresentar e conhecer algumas propriedades mecânicas dos materiais. As informações das propriedades mecânicas para o ferro fundido cinzento ligado ao CrCuSn (material A), ferro fundido cinzento ligado ao CrCuSnMo (material B) e o ferro fundido vermicular da classe 350 (material C) estão apresentadas na Tabela 1. Foi realizado um levantamento destas importantes propriedades físicas e mecânicas dos três materiais investigados, como dureza, micro dureza, resistência de ruptura à tração, condutividade térmica e caracterização metalográfica. Com exceção dos valores da condutividade térmica, todas as informações disponibilizadas na Tabela 1 são resultados de investigações realizadas nos laboratórios de Ensino e Pesquisa em Usinagem (LEPU), Tribologia e Materiais (LTM) e Projetos Mecânicos (LPM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Ambos os ferros fundidos cinzentos ligados, apresentam uma matriz inteiramente perlítica e microestruturas muito semelhantes entre si, bem como a quantidade, distribuição e morfologia dos veios de grafita. Evidentemente que a composição química varia para cada tipo de material, principalmente nos elementos de liga com função perlitizantes, como o caso do cobre, cromo e estanho, e aqueles formadores de carbonetos como é o caso do molibdênio.

Tabela – 1. Propriedades dos materiais investigados.

Propriedade	Material A	Material B	Material C
Tensão de Ruptura (MPa)	233,06	251,17	356,52
Dureza (HB)	216,4	223,5	174,9
Micro Dureza (HV 01)	320,3	330,13	341,64
Condutividade Térmica [W(mK)]	43,5	30,7	35,39

A Figura 1 apresenta um gráfico comparativo de vida de ferramenta para as três velocidades utilizadas. O ferro fundido vermicular da classe 350 apresentou uma maior dificuldade na usinagem, e com isso um maior desgaste, na condição de velocidade de corte de 600m/min. Para as demais condições o ferro fundido ligado ao CrCuSnMo, material B, foi o que gerou um maior desgaste de flanco médio. Foi adotado um volume de material removido de 4.921,2 cm³ como critério de fim de vida para estes ensaios, o que representa aproximadamente o volume de cinco corpos de prova. Os resultados deste gráfico representam uma média de dois ensaios realizados para cada condição, e são os maiores desgastes das ferramentas utilizadas no suporte (capacidade para 8 insertos). É importante destacar que o fato desta figura mostrar que o desgaste da ferramenta para o vermicular (material C) diminuir com o aumento da velocidade de corte está relacionado ao tempo necessário para usinar 5 corpos de prova. Quando as curvas de desgaste para as três velocidades de corte são comparadas, observa-se que o comportamento é similar, ou seja, o tempo de vida da ferramenta para este material é similar para as três velocidades de corte.

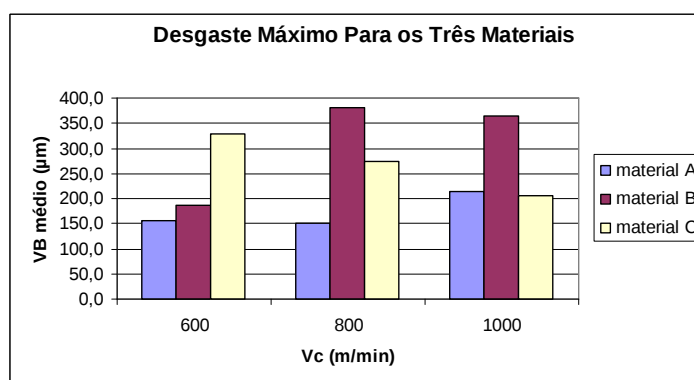


Figura 1 – Comprimento desgaste de flanco médio para os três materiais nas três velocidades de corte.

O ferro fundido vermicular da classe 350 (material C) apresentou a pior usinabilidade quando usinado a uma velocidade de corte de 600 m/min. Nesta condição o material ofereceu uma maior resistência ao cisalhamento quando comparado aos dois ferros fundidos ligados. O Material B, ferro fundido cinzento ligado ao CrCuSnMo, demonstrou ter o pior índice de usinabilidade para as velocidades de corte de 800 e 1000 m/min. Nestas faixas de velocidades a matriz metálica (perlítica) e as inclusões de carbonetos de molibdênio podem ter influenciado significativamente nos resultados.

REFERÊNCIAS

Guesser, W.; Schroeder, T.; Dawson, S. Production Experience with Compacted Graphite Iron Automotive Components. In: AFS CASTING CONGRESS, 105, 2001, Dallas. Anais. Dallas: 2001.

Machado, A. R, Da Silva, M. B; Coelho, R. T; Abrão, A. M. Teoria da Usinagem dos Materiais 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.