



18º POSMEC – Simpósio do Programa de Pós-graduação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Mecânica
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica
www.posgrad.mecanica.ufu.br
2008, 30 anos da UFU

ESTUDO DA USINABILIDADE DOS FERROS FUNDIDOS CINZENTOS LIGADOS CrCuSn E CrCuSnMo E VERMICULAR CLASSE 350

Vitor Tomaz Guimarães Naves
Marcio Bacci da Silva

Este trabalho destina-se em pesquisar e analisar a usinabilidade de três ligas de ferros fundidos. O primeiro é um ferro fundido cinzento ligado com CrCuSn, será identificado como material A. O segundo material também um ferro fundido, porém ligado com CrCuSnMo, identificado como material B. Por último o ferro fundido vermicular da classe 350, material C. A partir dos ensaios de usinabilidade no processo de fresamento, far-se-á um estudo comparativo da usinabilidade entre estes três materiais que são muito utilizados para a fabricação de cabeçotes de motores diesel.

O processo de usinagem para os testes é o fresamento frontal a seco, sendo realizados em uma fresadora modelo Interact IV da Romi. São utilizadas ferramentas de metal duro da classe K revestidas com óxido de alumínio com técnica de MTCVD – deposição química de vapor em médias temperaturas. O estudo contempla, por meio da análise da variância, análise da potência de usinagem, vibração da máquina e o acabamento da superfície usinada. O trabalho contemplará ainda um estudo da condutividade térmica, através de técnicas de problemas inversos e a caracterização da micro dureza, dureza e micrografia dos três materiais.

As análises metalográficas feitas para os ferros fundidos cinzento mostram não haver grande diferença significativa na matriz destes materiais. A distribuição e a morfologia da grafita apresentam-se de forma muito similar neste materiais, sendo composto por uma matriz 100 % perlítica. Os valores medidos de dureza e a micro dureza especificamente para estes materiais foram muito próximos, porém há um ligeiro aumento para o material B. Isto se justifica pela precipitação dos carbonetos de molibdênio na matriz do material. Este elemento químico é adicionado às ligas dos ferros fundidos para melhorar as propriedades de resistência mecânica do material de uma forma geral.

Para o ferro fundido vermicular, as análises metalográficas mostram que a morfologia da grafita é encurtada e com extremidades arredondadas, o que realmente caracteriza uma menor condutividade térmica e baixo fator de amortecimento especificamente. Os valores de dureza Brinell para este material foram maiores que para ambos os ferros fundidos. O fabricante dos materiais, a Fundição Tupy S.A, informa que 44% da matriz do ferro fundido vermicular é ferrítica, com isto a micro dureza foi medida nas lamelas de perlita, e mostrou-se valores ligeiramente maiores aos dos ferros fundidos cinzentos.

O trabalho de investigação contará, para maiores esclarecimentos e entendimentos dos fenômenos de usinagem, com informações específicas da condutividade térmica, medida em uma determinada temperatura, de cada tipo de material em estudo. Esta parte, ainda em andamento, está sendo desenvolvida através do método de problemas inversos proposto por BORGES, 2008. Estão sendo realizados testes, no Laboratório de Projetos Mecânicos desta faculdade, ensaios de resistência à tração, limite de escoamento e módulo de elasticidade dos materiais listados no título deste trabalho. Estas informações serão fundamentais para melhor esclarecer alguns testes de usinabilidade realizados.

O principal índice de usinabilidade deste trabalho é o tipo de desgaste sofrido pela ferramenta em três condições diferentes de velocidade de corte (600 m/min; 800 m/min; 1000 m/min). 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. Com isto, velocidade de corte elevadas geram maior taxa de energia térmica durante o processo de cisalhamento do material o que influencia consideravelmente nos mecanismos de desgaste das ferramentas de corte. Foram mantidos fixos os valores do avanço por dente por volta em 0,2 mm/volta e a profundidade de corte em 1,0 mm. O valor da penetração de trabalho, uma importante variável em processos de fresamento, foi sendo alterada, à medida que se usinava o material devido sua geometria específica.

Os resultados até o momento caracterizam o material C, o ferro fundido vermicular, como sendo o de pior usinabilidade dentre os três materiais investigados. A observância é justificada pelos sinais de potência de potência do motor que aciona o eixo árvore da máquina operatriz. Percebe haver também um ligeiro aumento desta potência à medida que o desgaste aumenta na aresta principal de corte.

A figura 1 mostra a forma do desgaste de flanco médio na aresta principal de corte. É possível identificar que para uma condição de velocidade de corte de 1000 m/min, após um volume fixo de material removido de $4,92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ que o material C, ferro fundido vermicular classe 350 obteve um maior desgaste de flanco médio quando comparados os demais ferros fundidos cinzentos. Estas análises foram feitas com um aumento de 45 vezes por um estereoscópio microscópico com um sistema de aquisição de imagem, e assim foi possível fazer a medição do comprimento da forma deste desgaste. Foram feitas duas repetições para cada teste de usinagem (velocidade de corte diferentes) para melhorar os estudos estatísticos.

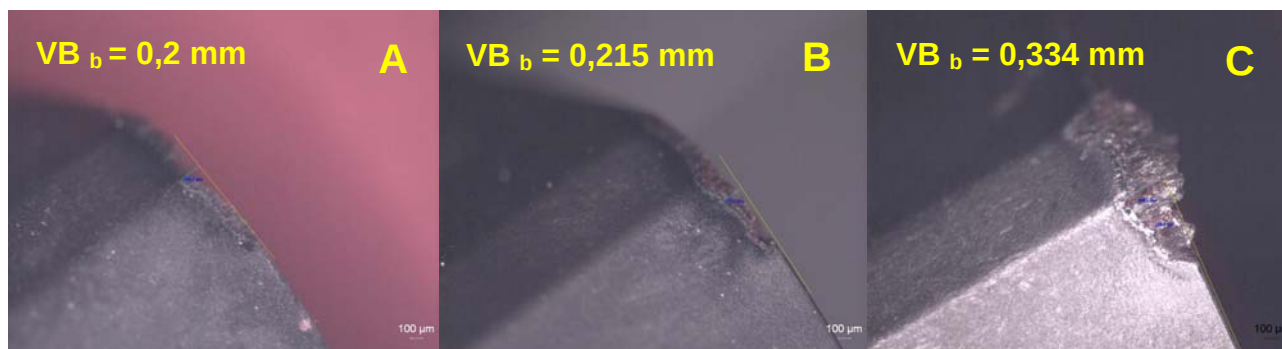


Figura 1: Forma do desgaste de flanco médio para os três materiais investigados.

O trabalho continua sendo desenvolvido para as demais velocidades de corte. As análises feitas para os valores de potência requerida no eixo árvore da máquina, vibração medida no mancal do eixo árvore da fresadora e valores da rugosidade superficial serão apresentados futuramente em artigos científicos e congressos da área. Será ainda feitas fotografias em um microscópio eletrônico de varredura para analisar o tipo de desgaste na aresta principal de corte da ferramenta, espera-se devido aos materiais em estudo e as taxas de velocidade de corte de corte que seja um desgaste do tipo abrasivo. Visto isto o trabalho concluirá como um estudo comparativo da usinabilidade dos três diferentes tipos de materiais e viabilidade da substituição dos materiais hoje utilizados para a fabricação do cabeçote de motores diesel, o ferro fundido cinzento ligado, para o ferro fundido vermicular classe 350, um material de maior resistência mecânica.

REFERÊNCIAS

- BORGES, V. L. Desenvolvimento Do Método De Aquecimento Plano Parcial Para A Determinação Simultânea De Propriedades Térmicas Sem O Uso De Transdutores De Fluxo De Calor. Uberlândia 2008 Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia .
- REUTER, ULRICH, et al. Wear mechanisms in high-speed machining of compacted graphite iron. In: Design e Machining Workshop – CGI, 1999.
- TRENT, E.M. "Metal Cutting", 2nd Edition, Butterworths, London, 1984, 245 pages.