

Estudo da maquinabilidade dos compósitos de matriz de alumínio

por

João Paulo Davim Tavares da Silva

Dissertação submetida para satisfação dos requisitos do grau de Doutor em Engenharia Mecânica, especialidade de Tecnologia Mecânica, pela FEUP e realizada sob a supervisão do
Prof. Doutor António Paulo Monteiro Baptista

Resumo

A presente dissertação tem como objectivo fundamental o estudo experimental da maquinabilidade dos compósitos de matriz de alumínio.

Na prossecução deste objectivo foram adquiridos meios experimentais e efectuados desenvolvimentos para aquisição expedita dos valores das forças de corte, medição do desgaste das ferramentas e medição do acabamento superficial, obtido nos provetes do compósito. Desenvolveram-se vários programas de aquisição de dados, específicos para ensaios de maquinagem que permitem a obtenção directa e contínua com visualização gráfica da evolução das forças de corte, quer em torneamento quer em furação.

O programa de ensaios envolveu o teste de, aproximadamente, meia centena de brocas e sessenta pastilhas de corte (cerca de 150 pontas) criteriosamente seleccionadas. Ensaïaram-se, quer ferramentas de carbonetos sinterizados das classes K10/20 com e sem revestimento de TiN, quer ferramentas com insertos de diamante policristalino ou com revestimento de diamante produzido por via química. Os compósitos de matriz de alumínio ensaiados foram, no que respeita à matriz e reforço, dos seguintes tipos: AA356/SiC/17p ou 20p; AA6061/SiC/20p; AA383/Al₂O₃/20f.

Os resultados obtidos, sobretudo na maquinagem dos compósitos AA356/SiC/17p ou 20p, permitiram: identificar o tipo e mecanismo de desgaste preponderante nas ferramentas; obter curvas de vida segundo o modelo de Taylor, analisar a evolução das componentes das forças de corte ao longo do tempo de maquinagem; codificar o tipo e forma da apara obtida; determinar débitos das ferramentas; efectuar a modelização em corte ortogonal, calcular o índice de maquinabilidade; correlacionar o desgaste na face de saída com a força de avanço; aplicar e exemplificar a técnica da análise em frequência ao sinal da força de avanço como método indirecto de avaliação do estado da ferramenta.

Foi feita uma comparação da maquinabilidade dos diversos tipo de compósitos ensaiados. Concluiu-se que para a maquinagem dos compósitos reforçados com partículas de SiC, era indispensável utilizarem-se ferramentas com insertos de diamante policristalino para se poderem obter peças mecânicas com qualidade superficial. Identificou-se como desgaste preponderante, por determinar a vida da ferramenta, o que se desenvolve na face de saída.

Palavras Chave: “Maquinabilidade”, “forças de corte”, “desgaste de ferramentas”, “vida das ferramentas”, “aparas”, “acabamento superficial”, “diamante policristalino”, “compósitos de matriz de alumínio”.

Study of the machinability of aluminium matrix composites

by

João Paulo Davim Tavares da Silva

Dissertation submitted for satisfaction of requirements for Ph.D. degree in Mechanical Engineering, specialty of Mechanical Technology, of the FEUP, under the supervision of
Professor António Paulo Monteiro Baptista

Abstract

The main goal of this dissertation was an experimental investigation of the machinability of aluminium matrix (metal matrix) composites.

To achieve this objective experimental equipment was acquired and developed to allow fast and accurate measurements of the cutting forces, cutting tool wear and surface finish. Many computer programs were developed, specifically for the machining tests, to allow a direct and continuous visualisation of the cutting forces encountered both in drilling and in turning operations.

For the test program approximately fifty drills and sixty inserts of cutting were criteriously selected. Cutting tools of the cemented carbides (K10/20) with and without TiN coatings and cutting tools with PCD (polycrystalline diamond) or CVDD (chemical vapour deposition diamond) coatings were tested. The following types of aluminium matrix composites were tested: AA356/SiC/17p or 20p, AA6061/SiC/20p and AA383/Al₂O₃/20f.

The results obtained, particularity for the AA356/SiC/17p or 20p composites, have allowed the main type and mechanism of cutting tools wear to be identified, the tool life to be predicted through Taylor's model and the components of cutting forces to be analysed during machining. In addition it has been possible to classify the type and shape of the chip produced, to determine the cutting tool rate, model in orthogonal cutting, calculate the machinability index, correlate the flank wear with the feed force, and utilise the technique of frequency analysis to the feed force signal as an indirect method of evaluation of the state of the cutting tool.

A comparison of the machinability of the different types of composites tested was made. It has been concluded that for machining SiC reinforced composites it is necessary to use cutting tools with PCD inserts to produced a good surface finish. The main wear was identified to be the flank wear as it determines the tool life.

Keywords: "Machinability", "cutting forces", "tool wear", "tool life", "chips", "surface finish", "polycrystalline diamond (PCD)", "aluminium matrix composites".