



Instituto Politécnico, Nova Friburgo  
August 30<sup>th</sup> - September 3<sup>rd</sup>, 2004

Paper CRE04 – PF35

## Análise da Formação do Cavaco no Processo de Fresamento a Altas Velocidades de Corte em Material Temperado

Rodrigo P. Zeilmann<sup>1</sup>, Rolando V. Vallejos<sup>2</sup>, Diogo B. Borba<sup>3</sup>, Ricardo Santin<sup>4</sup>

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, CCET, Departamento de Engenharia Mecânica, DEMC  
Universidade de Caxias do Sul, UCS. Cidade Universitária, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130,  
Bairro Petrópolis, CEP: 95070-560, Caxias do Sul, RS, Brasil

<sup>1</sup>[rpzeilma@ucs.br](mailto:rpzeilma@ucs.br), <sup>2</sup>[rvvallej@ucs.br](mailto:rvvallej@ucs.br), <sup>3</sup>[dbborba@ucs.br](mailto:dbborba@ucs.br), <sup>4</sup>[rsantin@ucs.br](mailto:rsantin@ucs.br)

A usinagem a altas velocidades de corte (*HSM – High-Speed-Machining*) apresenta um potencial considerável em relação ao aumento da qualidade superficial das peças usinadas, aliado a redução dos tempos envolvidos na cadeia produtiva, contribuindo para a competitividade das empresas. Durante a usinagem as ferramentas estão sujeitas as solicitações mecânicas e térmicas, ao atrito com o cavaco e com a superfície da peça. A formação do cavaco influencia diversos fatores ligados ao processo, tais como desgaste da ferramenta e a alteração da integridade superficial [1, 2]. Contudo, hoje existem pouco estudos completos acerca da formação do cavaco no processo HSM.

Na zona de corte acontecem simultaneamente três fenômenos: deformação plástica seguida pelo corte do cavaco, fricção na superfície do cavaco e fricção na superfície da peça [3]. Esse modelo diferencia-se do processo de formação de cavaco no fresamento convencional, onde explica-se o mecanismo em quatro etapas bem distintas e sucessivas. A formação do cavaco é causada por microtrincas, devido ao comportamento frágil de muitos materiais quando submetidos a altas taxas de deformação. Baseado nessa teoria, a formação do cavaco para o processo HSM é distinta pela sensibilidade dos materiais a essa fragilidade. A utilização de altas velocidades de corte propicia o aumento do grau de cisalhamento, diminuindo a área de contato entre dois segmentos de cavaco [4].

Este trabalho apresenta um diagnóstico da formação do cavaco à altas velocidades de corte através da análise dos cavacos coletados no fresamento do aço temperado AISI H13, com dureza de 52 – 54 HR<sub>C</sub>. O estudo compreendeu a classificação das amostras segundo seu tipo, forma e cor.

Os ensaios foram desenvolvidos em um Centro de Usinagem da marca MIKRON, modelo VCP 800, com rotação máxima do eixo-árvore de 20.000 rpm, sendo o cavaco monitorado ao longo da vida da ferramenta. Foram empregados os seguintes parâmetros de corte:  $v_c = 326$  m/min;  $a_p = 0,20$  mm;  $a_e = 0,20$  mm e  $f_z = 0,20$  mm. O corpo-de-prova foi fixado a 45° em relação a mesa da máquina-ferramenta e usinado em corte concordante, no sentido de baixo para cima, com uma ferramenta de topo esférico de diâmetro 6 mm e relação comprimento/diâmetro  $l/d = 4$ , fabricada em metal-duro classe P10 – M10 e revestimento TiAlN. Ademais a formação do cavaco foi analisada em ensaios preliminares, onde a usinagem foi realizada com variação do avanço por gume ( $f_z = 0,05; 0,10; 0,15$  e  $0,20$  mm) e variação da profundidade axial de corte ( $a_p = 0,10; 0,15; 0,20$  e  $0,30$  mm). As amostras foram avaliadas e fotografadas no Stereo Microscópio SM XX, marca Zeiss utilizando-se aumento de 16 vezes e 63 vezes.

No decorrer da vida da ferramenta, o cavaco tornou-se irregular, conforme a alteração do desgaste da ferramenta. A cor das amostras apresentaram variações para um tempo de 90 minutos. Já para o ensaio com variação dos parâmetros  $a_p$  e  $f_z$ , a forma apresentou-se com tamanhos variados, não havendo mudança significativa na cor dos cavacos.

O estudo da formação do cavaco possibilita uma maior compreensão dos mecanismos de desgaste da ferramenta e da qualidade superficial da peça usinada. As propriedades microestruturais

do material da peça determinam o formato do cavaco, sendo ele contínuo ou cisalhado. No entanto, parâmetros como velocidade de corte e avanço por gume determinam, apenas, o grau de cisalhamento do cavaco [4]. Tendo em vista a classificação existente para o processo de usinagem convencional é imprescindível a criação de novos critérios de análise para o processo HSM.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Zeilmann, R. P. et al. Ensaio experimental 03 – EE03: Avaliação dos critérios de usinabilidade referente ao aço AISI H13. Caxias do Sul: UCS Departamento de Engenharia Mecânica, Relatório de Pesquisa. Texto digitado (2003).**
- [2] Zeilmann, R. P. et al. Ensaio experimental 04 – EE04: Ensaio de vida da ferramenta na usinagem referente ao aço AISI H13. Caxias do Sul: UCS Departamento de Engenharia Mecânica, Relatório de Pesquisa. Texto digitado (2004).**
- [3] Mikron - Agie Charmilles Group – Georg Fischer +GF+ Manufacturing Technology. Fundamentos de HSC. Apostila Técnica.**
- [4] Schulz, H. et al. : Material Aspects of Chip Formation in HSC Machining. Institute of Production Engineering and Machine Tools. Darmstadt, Germany. CIRP Annals, Vol.50/1:p.45 (2001).**