



ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO DESGASTE NA USINAGEM DA LIGA INCONEL 751

Fabio de Freitas Lima; Álisson Rocha Machado

O objetivo deste trabalho foi identificar os tipos de desgaste presentes e sua evolução, assim como os mecanismos de desgaste envolvidos, em insertos cerâmicos durante a usinagem da superliga a base de níquel Inconel 751.

As superligas são conhecidas como materiais de difícil usinabilidade devido à alta dureza, alta resistência mecânica em alta temperatura, afinidade para reagir com materiais da ferramenta e baixa condutividade térmica.

O desgaste de flanco e o desgaste de entalhe são as principais causas de rejeição das ferramentas de corte nas operações de corte contínuo, embora a interação dos mecanismos seja complexa, podendo haver influência por difusão, abrasão, adesão e outras.

Para a realização do estudo foram utilizados dois tipos de suportes com geometrias de corte diferentes, três tipos de insertos cerâmicos (SiAlON , $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$ e $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiC}$) e três tipos de atmosferas envolventes (normal, rica em oxigênio e inerte). Foram montadas matrizes de planejamento de experimentos com a finalidade de investigar os efeitos sobre o desgaste, da variação da velocidade de corte, da geometria da ferramenta e da atmosfera envolvente. Para o planejamento dos experimentos e as análises estatísticas foram utilizados os softwares Statistica 6.0 e Microsoft Excel 2003.

Os ensaios de torneamento foram realizados em um torno CNC marca Romi modelo Multiplic 35D, pertencente ao Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem – LEPU da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, assim como as análises por microscopia ótica também foram realizadas naquele laboratório.

A liga ensaiada apresentou dureza aproximada de 30 HRC e sua composição química é especificada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química da liga Inconel 751 (VILLARES METALS, 2008).

Elemento	% em peso
Ni	71,12
Cr	16,70
Fe	6,97
Ti	2,34
Al	1,33
Nb	0,88
Mn	0,27
Si	0,13
Mo	0,08
C	0,06
Cu	0,04
Co	0,04
W	0,02
V	0,01
S	0,001
P	0,001

Os resultados revelaram que a velocidade de corte, a geometria da ferramenta e a atmosfera envolvente influenciaram nos tipos de desgaste, bem como no tempo de vida das ferramentas ensaiadas. O tipo de desgaste dominante foi o de entalhe (VBN), seguido pelo desgaste de flanco médio (VBB) e pelo desgaste de ponta (VBC).

Ao contrário do que se esperava os menores tempos de vida foram encontrados em atmosfera normal (corte à seco), mas o desenvolvimento do desgaste de entalhe foi acelerado pela atmosfera rica em oxigênio a baixas velocidades de corte.

A interação da geometria de corte com ângulo de posição maior e velocidade de corte superior favoreceu o desenvolvimento do desgaste da ponta (VBC) dos insertos ensaiados.

A cerâmica SiALON (Si_3N_4) não favoreceu o desenvolvimento do desgaste de entalhe, tendo as maiores vidas em todos os ensaios. Para este tipo de material o desgaste dominante foi o de flanco médio, seguido pelo desgaste da ponta.

Houve o aparecimento de lascamentos na aresta secundária de corte, quando foram utilizados ângulos de posição maiores em todos os materiais cerâmicos.

Os mecanismos de desgaste mais prováveis, devido às condições de escorregamento, foram *attrition* (aderência e arrastamento), abrasão e possivelmente difusão devido às altas temperaturas geradas durante o corte.

Na Fig. 1 são mostrados alguns tipos dos desgastes observados durante os ensaios. Todas as medidas utilizaram o milímetro como unidade básica para as medidas.

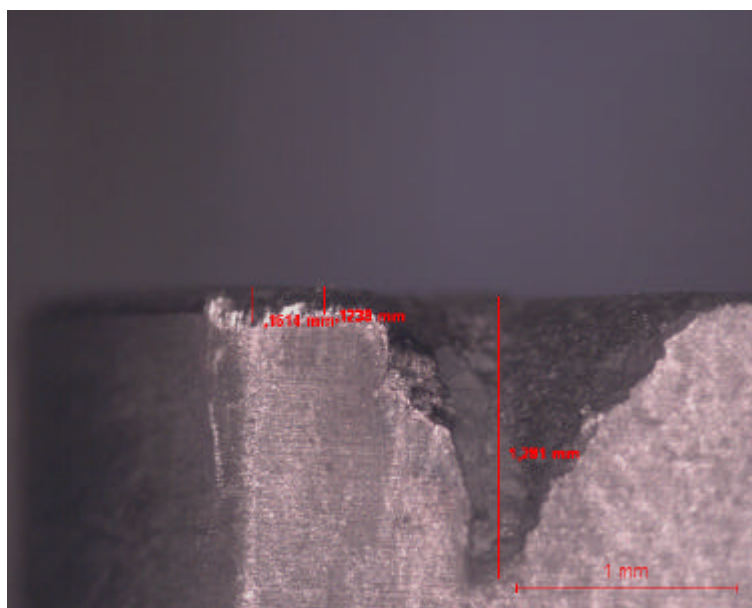


Figura 1: Desgastes de entalhe (VBN = 1,281 mm), desgaste de flanco médio (VBB = 0,1238 mm) e desgaste de ponta (VBC = 0,1614 mm), em inserto cerâmico $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiC}$ (após 20s).

REFERÊNCIAS

- ASM METALS HANDBOOK. **Machining**. 10th Edition, Volume 16. ASM International, USA, 2004. 929p.
- CHILDS, T.; MAEKAWA, K.; OBIKAWA, T. & YAMANE, Y. **Metal machining - Theory and applications**. Arnold, London, 2001. 416p.
- CHOUDHURY, I.A. & EL-BARADIE, M.A. **Machinability of nickel-base super alloys: a general review**. Journal of Materials Processing Technology 77 (1998) 278-284. Elsevier, 1998.
- COSTES, J.P.; GUILLET, Y.; POULACHON, G. & DESSOLY, M. **Tool-life and wear mechanisms of CBN tools in machining of Inconel 718**. International Journal of Machine Tools & Manufacture 47 (2007) 1081–1087. Elsevier, 2007.
- DEAN, A. & VOSS, D. **Design and analysis of experiments**. Springer, New York, 1999. 764p.
- EZUGWU, E.O.; WANG, Z.M. & MACHADO, A.R. **The machinability of nickel-based alloys: a review**. Journal of Materials Processing Technology 86 (1999) 1-16. Elsevier, 1999.
- MACHADO, A.R. & DA SILVA, M.B. **Usinagem dos metais**. 8ª. Edição. Editora UFU, 2004. 257 p.
- MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. 5th Edition. John Wiley, New York, 2001. 700p.
- TRENT, E.M. & WRIGHT, P.K. **Metal cutting**. 4th Edition. Butterworth-Heinemann, London, 2000. 446 p.
- VILLARES METALS. **Specialty alloys**. Villares Metals, 2008. 8p.