

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DA FERRAMENTA DE CORTE E DO AVANÇO NA USINABILIDADE DO INCONEL 751

Rodrigo Júlio Demartini, Anderson Clayton Alves de Melo, Luciano Ceni, Gilson Adamczuk de Oliveira, Júlio César Giubilei Milan

UTFPR

Resumo – O Inconel 751 é uma liga a base de níquel usada na fabricação de válvulas de exaustão de motores diesel. Apesar de suas ótimas propriedades físicas e mecânicas, essa liga apresenta baixa usinabilidade. Neste artigo são apresentados resultados da influência da geometria da ferramenta de corte e do avanço na usinabilidade desse material. Neste caso, foram realizados testes de faceamento rápido (torneamento) a seco com ferramentas de metal duro, onde a geometria da ferramenta de corte e o avanço foram variados.

Palavras-chave: Usinabilidade, Inconel 751, Metal duro.

INFLUENCE OF THE CUTTING TOOL GEOMETRY AND FEED RATE ON THE MACHINABILITY OF THE INCONEL 751

Abstract – Inconel 751 is a nickel-base alloy used for manufacturing of exhaust valves of diesel engines. Despite of its excellent physical and mechanical properties, this alloy presents poor machinability. In this paper results about the influence of cutting tool geometry and feed rate on the machinability of the inconel 751 are presented. In this case, dry rapid-facing trials (turning) using cemented carbides tools with different feed rate and cutting tool geometry were performed.

KeyWords: Machinability, Inconel 751, Cemented carbide.

1. INTRODUÇÃO

As ligas de níquel são usadas para a fabricação de componentes mecânicos que trabalham a altas temperaturas. Em particular, o inconel 751 é usado na fabricação de válvulas de exaustão de motores diesel. Apesar de suas ótimas propriedades físicas e mecânicas, esse material apresenta baixa usinabilidade devido a sua alta dureza, grande resistência mecânica a altas temperaturas e afinidade para reagir com o material da ferramenta de corte, além de apresentar baixa condutividade térmica. Apesar de existirem diversos trabalhos sobre a usinabilidade de ligas de níquel, em particular da liga Inconel 718 (Kose et al., 2008; Aspinwall et al., 2007; Choudhury et al., 1998; Ezugwu et al., 1998; Rahman et al., 1997) pouco material bibliográfico pode ser encontrado atualmente sobre a usinabilidade da liga inconel 751.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar a influência da geometria da ferramenta de corte e do avanço na usinabilidade do inconel 751, foram realizados testes de faceamento rápido (torneamento) a seco, conforme Figura 1a. Neste caso, uma barra de inconel 751 com 570mm de comprimento e 96mm de diâmetro foi montada num torno convencional AMERICAN/Cincinnati (15cv). A barra foi fixada em uma das extremidades por uma placa universal de três castanhas e a outra extremidade foi apoiada através de uma luneta fixa. As ferramentas de corte usadas foram insertos de metal duro revestidos com TiN-TiCN-TiC. Dois porta-ferramentas foram confeccionados para a fixação dos insertos, o que possibilitou a obtenção de duas geometrias de corte diferentes: Geometria 1: $\alpha_o = +2^\circ$, $\alpha_o = 23^\circ$, $\alpha_s = 0^\circ$, $\alpha_r = 45^\circ$, $\alpha_r = 90^\circ$; Geometria 2: $\alpha_o = +12^\circ$, $\alpha_o = 13^\circ$, $\alpha_s = 0^\circ$, $\alpha_r = 45^\circ$, $\alpha_r = 90^\circ$.

A Tabela 1, mostra as quatro condições de corte que foram usadas nos ensaios de faceamento-rápido.

Tabela 1 – Condições de corte usadas nos ensaios de faceamento rápido.

	Condição de Corte				
	1	2	3	4	
Rotação - n (rpm)	256	256	256	256	
Profundidade de corte - a _p (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	
Avanço - f (mm/rot.)	0,038	0,038	0,155	0,155	
Geometria da ferramenta	Ângulo de saída - γ ₀ (°)	-2	+12	-12	+2
	Ângulo de folga - α ₀ (°)	23	13	13	23
	Ângulo de inclinação - λ _s (°)	I	II	I	II
	Ângulo de posição - γ _s (°)	45	45	45	45
	Ângulo de ponta - φ _s (°)	90	90	90	90
Raio de ponta - r (mm)	2	2	2	2	

Para cada condição descrita na tabela, foram feitas três réplicas.

Após cada ensaio, o perfil da face usinada foi avaliado com auxílio de um relógio comparador (resolução = 0,01mm) ao longo do raio da peça em 3 posições espaçadas de 120° (figura 1b). Com isso, foi possível avaliar indiretamente a quantidade de desgaste sofrido pela ponta da ferramenta de corte e, conseqüentemente, a usinabilidade do material em cada condição de corte testada.

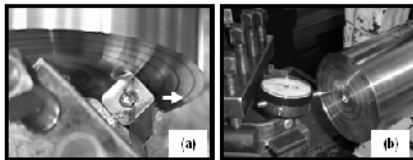


Figura 1 – (a) Ensaio de faceamento rápido - a barra de Inconel 718. (b) Avaliação do perfil da face da peça após a usinagem.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra curvas representativas do perfil da face da peça após os testes de faceamento-rápido para cada condição descrita na Tabela 1. Cada ponto mostrado representa a mediana obtida a partir de 12 pontos medidos com o relógio comparador. Observa-se que, para velocidades de corte abaixo de 53,8m/min, aproximadamente, a evolução do desgaste das ferramentas foi muito próxima para as quatro condições testadas. A partir deste ponto, observa-se um pior desempenho das ferramentas nas condições 2 e 3, maior e menor avanço, respectivamente, porém mesmo ângulo de folga (13°). Isto leva a concluir que o fator determinante no desenvolvimento do desgaste das ferramentas foi o ângulo de saída (γ₀). Um γ₀ pequeno promove o aumento da área de contato ferramenta-peça, conduzindo ao aumento do atrito e, conseqüentemente do desgaste da ferramenta de

corte.

4.CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

As ferramentas de corte apresentaram comportamentos semelhantes para velocidades inferiores a 53,8m/min. As condições 1 e 4 foram as que apresentaram melhores resultados para velocidades de corte superiores a 53,8 m/min. As condições 2 e 3 apresentaram os piores resultados após v_c=53,8m/min, podendo-se atribuir esse comportamento ao menor ângulo de folga, que aumentou a área de contato ferramenta-peça, promovendo um maior atrito e, conseqüentemente, maior desgaste.

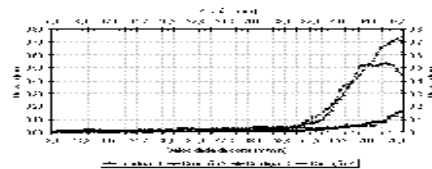


Figura 2 – Perfil medido da superfície da peça após ensaios de faceamento rápido.

REFERÊNCIAS

ASPINWALL, D. K.; DEWES, E. – G. Ng; SAGE, C.; SOO, S. L. The influence of cutter orientation and workpiece angle on machinability when high-speed milling Inconel 718 under finishing Conditions. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 47, Ed. 12-13, p. 1839-1846, 2007.

CHOUDHURY, I. A. and EL-BARADIE, M. A. Machinability of nickel-base super alloys: a general review. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 77, Ed. 1-3, p. 278-284, 1998.

EZUGWU, E. O.; WANG, Z. M., MACHADO, A. R. The machinability of nickel-based alloys: a review. **Journal of Materials Processing Technology**, v.86, Ed. 1-3, p. 1-16., 1998.

KOSE, E.; KURT, A.; SEKER, U. The effects of the feed rate on the cutting tool stresses in machining of inconel 718. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 196, Ed. 1-3, p. 165-173, 2008.

RAHMAN, M.; SEAH, W. K. H.; TEO, T. T. The machinability of inconel 718. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 63, Ed. 1-3, p. 199-204, 1997.

AGRADECIMENTOS

A Villares Metals S. A., A Flessak, ao prof. Dr Júlio César Giubilei Milan da UDESC – Joinville, à FUNTEF-PR, à COELM e à GEPPG/UTFPR-PB.