



ANÁLISE DA PREPARAÇÃO DE ARESTA DE CORTE POR MEIO DE ESCOVAMENTO COM PASTA DIAMANTADA

Evandro R. Wendler, Milton L. Polli

PPGEM-CT, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Ecoville CEP 81280-340.
evandrowdr@gmail.com

RESUMO

Os processos de usinagem estão atrelados em grande parte com a operação de furação que demanda um tempo razoável e gera problemas críticos com relação ao desgaste das ferramentas e imperfeições das geometrias obtidas. O presente trabalho tem a finalidade de analisar a preparação das arestas de corte (mudança na microgeometria) de insertos intercambiáveis utilizados em suportes para furação direta em ferro fundido. Foi utilizado um processo automático para escovamento da aresta de corte (brushing) com escova e pasta diamantada na obtenção do arredondamento da aresta de corte (honing). Para a caracterização das microgeometrias, foram realizadas medições com um microscópio confocal μ CMM (Alicona), em que foram obtidas informações como: ângulo de incidência (α), ângulo de cunha (β), ângulo de saída (γ) e raio de aresta (r_β), simetria da aresta de corte (K), seguimento da aresta de corte na superfície de folga (s_α), seguimento da aresta de corte na superfície de saída (s_β), rugosidade (R_a), Rugosidade (R_q) e Rugosidade (R_z). Observou-se que as geometrias arredondadas apresentam menos irregularidades na aresta de corte e superfícies com menos defeitos em comparação aos insertos somente afiados.

Palavras-chave: Furação; Honing; Microgeometria; Preparação da aresta de corte.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da manufatura industrial os fabricantes estão partindo para um novo conceito a fim de suprir as necessidades do mercado com relação à melhoria do desempenho das ferramentas de corte. Técnicas já difundidas como a aplicação de revestimento e alterações da geometria da ferramenta auxiliam na obtenção de ferramentas com maior durabilidade. Apesar dos avanços tecnológicos na produção de ferramentas, ainda ocorrem defeitos na sua fabricação. As falhas na aresta de corte geram descontinuidades que acarretam um desgaste prematuro da ferramenta. Ao se preparar a aresta de corte, é possível gerar uma aresta com geometria controlável que modifica a microtopografia. Como consequência, reduz os defeitos, reforça a aresta de corte e melhora a qualidade da superfície usinada⁽¹⁾. A preparação da aresta de corte com um raio ou um chanfro, altera o aspecto fundamental da mecânica de corte, em que também gera mudanças nas forças de corte, na formação e fluxo de cavaco, na distribuição de temperaturas, no desgaste da ferramenta e na integridade da superfície da peça⁽²⁾.

Com relação aos processos de preparação de arestas, existem vários métodos para obter a geometria desejada como: fluxo abrasivo magnético, polimento, máquina de fluxo abrasivo, escovamento, jateamento, eletroerosão, jato de água, microafiação, laser entre outros^(1,3). A preparação da aresta contribui para melhorias significativas nos aspectos termomecânicos do processo de corte. Desta forma são minimizadas as falhas na aresta de corte que geram descontinuidades acarretando em desgaste prematuro da ferramenta. A fim de melhorar a resistência das ferramentas, vários autores pesquisaram a preparação de aresta por vários meios de fabricação⁽⁴⁻⁶⁾.

A ineficiência em fabricar e medir a microgeometria de corte foi um dos principais obstáculos para o desenvolvimento desta tecnologia até os últimos anos. Pesquisas na área relataram resultados principalmente sobre a influência da preparação de aresta no que tange melhorias ao desgaste, distribuição das temperaturas na aresta de corte e integridade da superfície usinada⁽⁶⁻⁸⁾. Neste contexto, o presente artigo apresenta de forma resumida avaliações sobre o processo de preparação de arestas de corte por meio de máquina automática de escovamento com pasta diamantada, realizando análises dimensionais e de rugosidade em máquina de medições por coordenadas μ CMM, a fim de avaliar os aspectos da mudança na microgeometria de corte de insertos intercambiáveis para brocas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 1 mostra a geometria inicial dos insertos antes do processo de preparação da aresta.

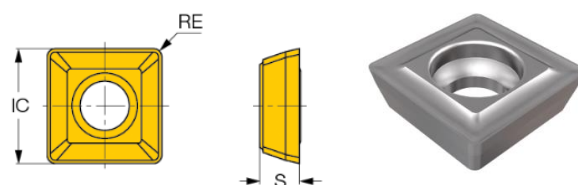


Figura 1 – Insertos do modelo SOMT 09T306-DT do fabricante Iscar.

Os insertos passaram por alterações na macrogeometria e microgeometria de corte para poder realizar o procedimento de preparação da aresta, a mudança ocorreu com a decapagem (retirada do revestimento) e na afiação foi necessário retirar a geometria da saída de cavaco, conforme Figura 2. Em seguida, foi utilizado um processo automático para escovamento da aresta de corte (brushing) com escova e pasta diamantada na obtenção do arredondamento da aresta de corte (honing).

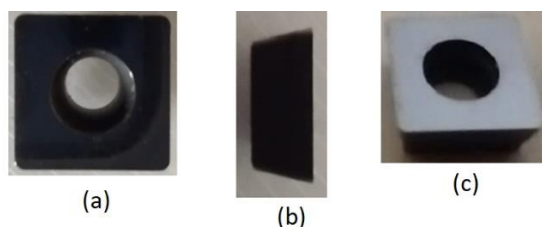


Figura 2 - Inserto após afiação.

A variação da microgeometria de corte para a ferramenta afiada, arredondada em 30 e 50 μ m, foi avaliada considerando características como: desvios na aresta de corte, microfalhas e rugosidade. Para a medição da microgeometria foi utilizada a máquina de medição por

coordenadas μ CMM do fabricante Alicona, modelo “Infinite focus SL” com programa de medição “IF-Edge Master” (Figura 3).

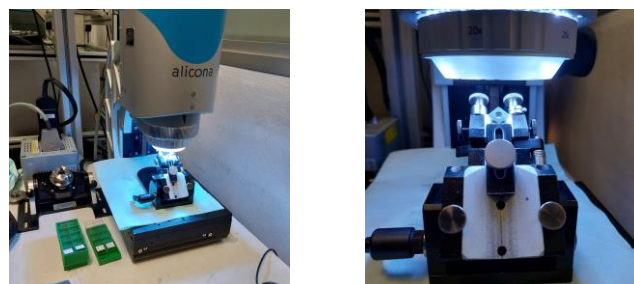


Figura 3 - Máquina de medição por coordenadas μ CMM Alicona.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ferramentas de corte afiadas sem modificação na geometria da aresta de corte e também as arredondadas, foram avaliadas. Sendo que várias características foram consideradas tais como: ângulo de incidência (α), ângulo de cunha (β), ângulo de saída (γ), raio de aresta (r_β), simetria da aresta de corte (K), segmento da aresta de corte na superfície de folga (s_α), segmento da aresta de corte na superfície de saída (s_β), rugosidade (R_a), Rugosidade (R_q) e Rugosidade (R_z). Considerando que cada inserto possui quatro arestas e quatro raios de quina, os valores para L1, L2, L3 e L4 são referentes às medições realizadas nas arestas de corte e os valores V1, V2, V3 e V4 são referentes aos raios de quina. A Tabela 1 revela os valores para o inserto somente afiado.

Tabela 1 – Caracterização do inserto somente afiado.

Variáveis	Insertos com aresta afiada							
	Inserto 1							
	L1	L2	L3	L4	V1	V2	V3	V4
r_β (μ m)	4,104	4,378	4,551	4,252	4,264	6,834	3,930	3,841
α ($^\circ$)	18,492	20,168	20,851	20,695	19,717	20,582	20,407	19,632
β ($^\circ$)	82,284	80,400	80,517	80,065	80,254	79,861	80,143	80,782
γ ($^\circ$)	-10,776	-10,569	-11,368	-10,760	-9,971	-10,443	-10,551	-10,414
s_α (μ m)	5,032	6,200	7,767	6,182	5,733	9,492	7,730	6,993
s_γ (μ m)	5,936	5,432	5,561	7,188	5,703	7,979	4,737	4,491
K	1,180	0,876	0,716	1,163	0,995	0,841	0,613	0,642
R_a (μ m)	0,528	0,348	0,266	0,248	0,531	0,788	0,402	0,609
R_q (μ m)	0,820	0,454	0,332	0,317	0,730	1,008	0,509	0,929
R_z (μ m)	2,456	2,019	1,447	1,469	2,708	4,253	2,212	2,746

Além de realizar a medição, o equipamento gerou imagens do perfil da aresta de corte e por meio de nuvem de pontos criando malhas e gerando uma imagem com ótima resolução, como representado na Figura 4. Desta forma foi possível analisar com mais clareza a geometria real do inserto somente afiado, ou seja antes do processo de preparação de aresta. Nas avaliações de perfil das ferramentas com arestas de corte afiadas foi observada a existência de um pequeno arredondamento nas arestas de $4,52 \pm 1,50 \mu$ m, com valores de $s_\alpha 6,89 \pm 4,46 \mu$ m e $s_\gamma 5,88 \pm 1,75 \mu$ m e com ângulo de saída γ de $-10,61 \pm 0,70^\circ$. Uma explicação para este fato pode ser a presença de irregularidades na aresta de corte como os microlascamentos ocasionados devido ao arraste do rebolo no momento da afiação.

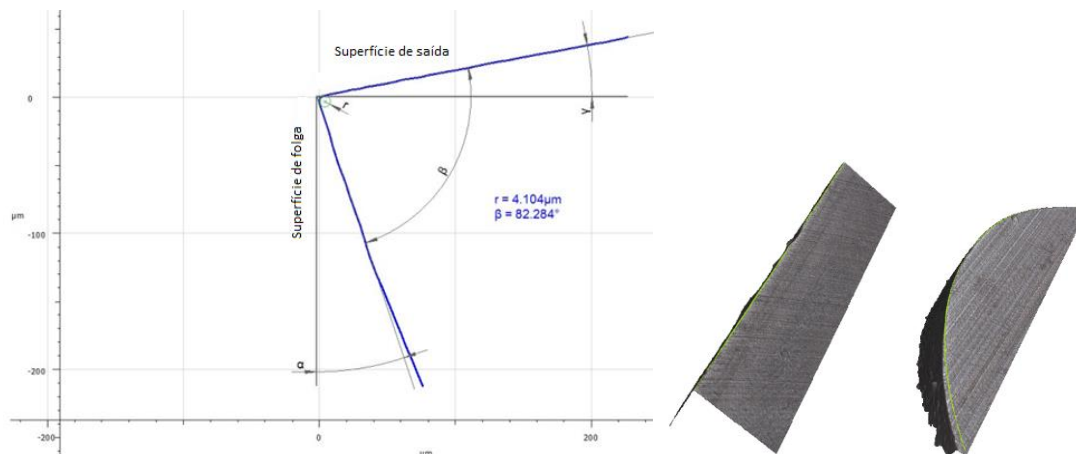


Figura 4 – Caracterização gráfica e imagem por malha da aresta e do raio de quina do inserto 1.

Os insertos foram preparados em pares por valor de arredondamento para garantir o máximo de uniformidade nas arestas de corte. A Tabela 2 revela os valores para o inserto programado para um arredondamento de 30 µm. Neste caso, o raio resultante foi $r_\beta = 31,66 \pm 3,35 \mu\text{m}$ e observa-se valores de $s_\alpha = 58,14 \pm 4,08 \mu\text{m}$ e $s_\gamma = 35,99 \pm 3,06 \mu\text{m}$ como já previsto gerando assimetria no arredondamento. Em relação a rugosidade foi obtido R_a de $0,24 \pm 0,06 \mu\text{m}$ como média das amostras maiores valores de rugosidade foram encontrados na região do raio de quina quando comparados aos da aresta. E o ângulo de saída γ foi de $-3,37 \pm 0,89^\circ$.

Tabela 2 - Caracterização do inserto programado para 30 µm.

Variáveis	Insertos com aresta arredondada 30 µm							
	Inserto 5							
	L1	L2	L3	L4	V1	V2	V3	V4
r_β (µm)	31,352	30,264	29,495	28,098	34,298	32,484	34,791	32,514
α (°)	13,584	14,636	12,972	10,609	14,437	14,107	12,813	12,718
β (°)	79,605	79,806	79,825	82,130	79,404	80,030	80,314	79,950
γ (°)	-3,189	-4,442	-2,796	-2,739	-3,841	-4,137	-3,127	-2,669
s_α (µm)	61,540	55,143	55,401	51,139	63,705	55,785	59,295	63,150
s_γ (µm)	36,724	34,212	34,290	31,995	39,376	35,789	37,446	38,117
K	0,597	0,620	0,619	0,626	0,618	0,642	0,632	0,604
R_a (µm)	0,165	0,170	0,176	0,150	0,281	0,386	0,268	0,347
R_q (µm)	0,203	0,220	0,220	0,187	0,348	0,534	0,345	0,481
R_z (µm)	0,917	1,041	1,010	0,864	1,300	1,419	1,614	1,870

Com o processo de medição foi possível caracterizar a aresta de corte e o raio de quina com as dimensões e representação gráfica ilustradas na Figura 5.

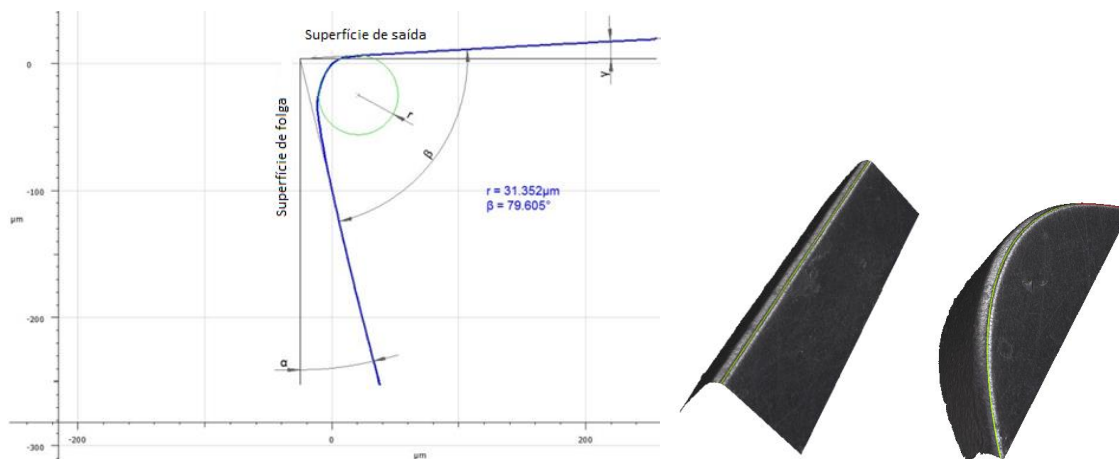


Figura 5 – Caracterização gráfica e imagem por malha da aresta e do raio de quina do inserto programado para 30 μm .

A Tabela 3 revela os valores para o inserto programado para 50 μm . Os valores médios encontrados foram: $r_\beta = 51,53 \pm 3,56 \mu\text{m}$ e $\alpha = 82,84 \pm 7,54 \mu\text{m}$ e $s_\gamma = 57,12 \pm 4,11 \mu\text{m}$ como já previsto gerando assimetria no arredondamento. Para a rugosidade foi obtido $Ra\ 0,25 \pm 0,13 \mu\text{m}$ como média das amostras e ângulo de saída γ de $-10,86 \pm 0,79^\circ$.

Tabela 3 - Caracterização do inserto programado para arredondamento de 50 μm .

Variáveis	Insertos com aresta arredondada 50 μm							
	Inserto 7							
	L1	L2	L3	L4	V1	V2	V3	V4
r_β (μm)	48,666	51,072	47,428	54,543	52,457	52,931	51,382	53,764
α ($^\circ$)	20,840	20,775	20,150	20,007	21,005	20,378	20,958	22,334
β ($^\circ$)	79,955	79,931	80,473	80,998	79,447	80,200	79,696	79,704
γ ($^\circ$)	-10,795	-10,706	-10,623	-11,005	-10,452	-10,578	-10,655	-12,038
s_α (μm)	77,546	79,238	76,654	77,947	85,819	85,405	92,614	87,463
s_γ (μm)	53,539	56,073	52,556	57,966	58,606	57,634	60,768	59,788
K	0,690	0,707	0,686	0,744	0,683	0,675	0,656	0,684
Ra (μm)	0,195	0,134	0,188	0,178	0,327	0,294	0,391	0,276
Rq (μm)	0,242	0,168	0,228	0,217	0,455	0,383	0,543	0,371
Rz (μm)	1,147	0,792	0,943	0,950	1,861	1,457	1,941	1,526

Com o processo de medição foi possível caracterizar a aresta de corte e o raio de quina como na Figura 6.

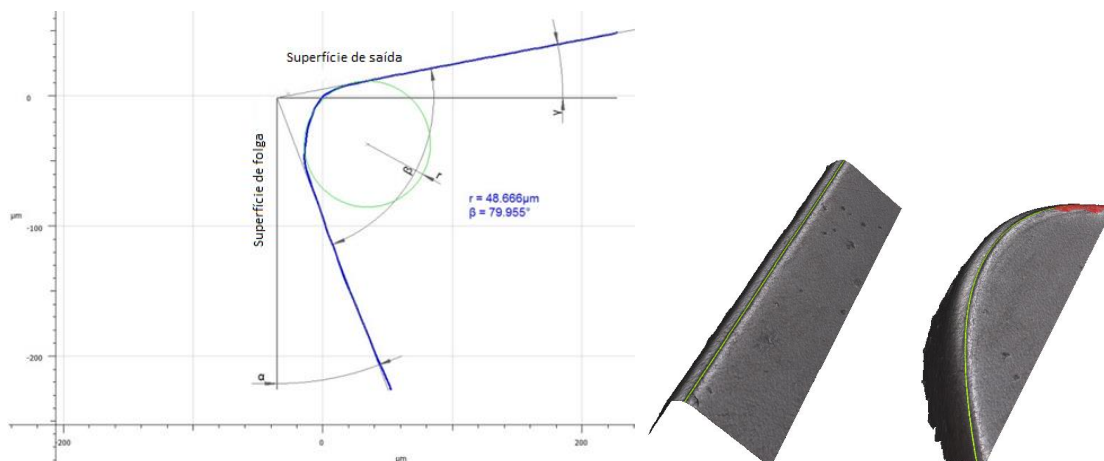


Figura 6 – Caracterização gráfica e imagem por malha da aresta e do raio de quina do inserto programado para arredondamento de 50 μm .

CONCLUSÕES

As principais conclusões sobre o estudo foram que em comparação ao inserto somente afiado as geometrias arredondadas apresentam menores irregularidades na aresta de corte e uma superfície com menor rugosidade tendo menos defeitos, o que pode resultar em ganhos significativos em termos de vida útil de ferramenta no processo de furação.

REFERÊNCIAS

1. RODRÍGUEZ, C. Cutting edge preparation of precision cutting tools by applying micro-abrasive jet machining and brushing. 2009.

2. BOUZAKIS, K. D.; MICHAELIDIS, N.; VIDAKIS, N.; EFSTATHIOU, K.; LEYENDECKER, T.; ERKENS, G.; WENKE, R.; FUSS, H. G. Optimization of the cutting edge radius of PVD coated inserts in milling considering film fatigue failure mechanisms. *Surface and Coatings Technology* 133-134:501-507, 2000.
3. FANG, N.; WU, Q. The effects of chamfered and honed tool edge geometry in machining of three aluminum alloys. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 45:1178-1187, 2005.
4. BIERMANN, D.; TERWEY, I. Cutting edge preparation to improve drilling tools for HPC processes. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 1, n. 2, p. 76–80, 2008.
5. BIERMANN, D.; WOLF, M.; ASSMUTH, R. Cutting edge preparation to enhance the performance of single lip deep hole drills. *Procedia CIRP*, v. 1, n. 1, p. 172–177, 2012.
6. BOUZAKIS, K. D.; MIRISIDIS, I.; HADJIYIANNIS, S.; et al. Improved coating properties and optimized substrate data, essential conditions for high performance cutting tools. *Tribology in Industry*, v. 25, n. 1–2, p. 3–19, 2003.
7. ÖZEL, T. Effects of cutting edge geometry, workpiece hardness, feed rate and cutting speed on surface roughness and forces in finish turning of hardened AISI H13 steel. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 47:820-840, 2005.
8. RANGANATH, S.; CAMPBELL, Albert B.; GORKIEWICZ, Daniel W. A model to calibrate and predict forces in machining with honed cutting tools in inserts. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 47:820-840, 2007.

ANALYSIS OF TOOL CUTTING EDGE PREPARATION BY BRUSHING WITH DIAMOND PASTE

ABSTRACT

Machining processes are largely linked to drilling machining, which demands a reasonable time and generates critical problems regarding tool wear and imperfections of the obtained geometries. The present work aims to analyze the cutting edge preparation (change in microgeometry) of indexable inserts used in holders for direct drilling in gray cast iron. An automatic process was used to brush the cutting edge with a brush and diamond paste to obtain the honing of the cutting edge. For the characterization of the microgeometries, measurements were performed with a confocal microscope μ CMM (Alicona), in which information such as: clearance angle (α), wedge angle (β), rake angle (γ) and wedge radius ($r\beta$), cutting edge symmetry (K), cutting edge tracking on the clearance surface (sa), cutting edge tracking on the rake surface ($s\beta$), surface roughness (Ra , Rq and Rz). It was observed that the honed inserts have less irregularities on the cutting edge and surfaces with fewer defects compared to sharp ones.

Keywords: *Cutting edge Preparation; Drilling; Honing; Microgeometry;*