SOUTHERN BRAZILIAN JOURNAL OF CHEMISTRY 2021 VIRTUAL CONFERENCE

INFLUENCE OF EDGE TREATMENT BY POLISHING WITH ABRASIVE BRUSH BRUSHES ON THE LIFE OF THE TOOL FOR THE MILLING PROCESS

BOGO, Ricardo^{1*}; ZEILMANN, Rodrigo Panosso²

¹Universidade de Caxias do Sul, Engenharia de Materiais

²Universidade de Caxias do Sul, Laboratório de Usinagem e Centro Técnico

* Corresponding author
e-mail: rbogo6@yahoo.com.br

Received 05 January 2022; received in revised form 30 January 2022; accepted 03 February 2022

ABSTRACT

Machining is a process in constant evolution, the search for greater productivity, reliability, and quality of machined materials is fundamental for the constant evolution of the process. The condition of the tool edge is of great importance for the tool performance in machining, the edge of a tool after the manufacturing or re-sharpening process has defects such as: microcracks, irregularities, and an extremely sharp edge. The cutting edge treatment is used to remove these defects, which originate from the tool manufacturing and re-sharpening processes. In view of these listed points, this work aims to understand and evaluate the effects of cutting edge treatment by abrasive bristle brushes, taking into account the evolution of wear on the edge and tool life in the end milling process. The abrasive brushes covered in this work are technical brushes from the 3M brand, these brushes have different grain sizes and two different abrasives, silicon carbide (SiC) and aluminum oxide (Al₂O₃), their bristles are made of nylon of two different thicknesses. Based on the literature and to evaluate the performance of these brushes, points such as roughness and edge contour were addressed in this step, and as a result, the fine bristle brush with a SiC particle size of 1 micron had the best performance, these brushes produced a radius of 0.06 mm on the tool edges. The polishing process treated two tools, these tools went through the milling process in AISI P20 steel. As a result, the treated tools had a superior performance by 15,30% compared to untreated tools. In addition to increasing the useful life, the cutting edge treatment provided linear flank wear, delaying the presence of wear such as adhesion, microcracks, and microchips. The polishing edge treatment with abrasive bristle brushes proves to be an effective and reliable process for improving the performance of machining tools.

Keywords: *Straight end Milling, Polishing, Brushes with abrasive bristles, Wear, Tool life.*

1. INTRODUÇÃO:

Na fabricação de ferramentas de usinagem existem defeitos típicos na região do gume, defeitos recorrentes do processo de produção, como rebarbas, micro trincas e irregularidades. O processo de preparação de gume após a ferramenta pronta, surge para contornar estes problemas recorrente do processo de fabricação, eliminando defeitos e irregularidades, sendo uma região primordial para a vida útil da ferramenta, assim criando uma geometria mais bem definida e favorável para sua finalidade (RODRIGUEZ, 2009).

Um dos processos mais promissores para a preparação de gume é o por escovas com cerdas abrasivas. Com isso, verifica-se a necessidade de comparar algumas escovas disponíveis no mercado, com diferentes granulometrias e tipos de grãos abrasivos, para um melhor entendimento da técnica e suas variáveis.

2. MATERIAIS E METODOS:

2.1. Materiais

As escovas em análise foram da marca 3M, da linha Bristle, com cerdas de nylon finas (diâmetro de 1 mm) e grossas (diâmetro de 5 mm), grãos abrasivos 80, 120 e 1 micron, o fabricante diferencia as escovas por cores. Os grãos abrasivos seguem a Norma ANSI (*American National Standards Institute*) para os tamanhos de partícula.

Para o teste selecionou-se uma fresa reafiada, a ferramenta possui 4 gumes, referência do fabricante: Seco Tools, de código 91060 da linha Jabro.

Como corpo de prova para a usinagem foi utilizado o aço AISI P20. O corpo de prova teve suas faces retificadas, para garantir melhor fixação, diminuir a vibração e garantir uma entrada da ferramenta uniforme. As dimensões são 252 mm x 80 mm x 60 mm com dureza média de 38 HRC.

2.2. Métodos

Os métodos de análise foram realizados a fim de obter-se um padrão comparativo entre as escovas e o desempenho da melhor opção no processo de fresamento.

2.2.1. Tratamento de gume

O procedimento de tratamento de gume foi realizado nas dependências da UCS, as escovas foram fixadas em uma haste de metal que proporcionou garantias que as escovas girassem com excentricidade no eixo. Para que a escova gire usa-se uma mini retifica manual e pneumática da marca Campbell Hausfeld, com velocidade de 10.000 rpm, operando com pressão de 4 bar.

Para garantir a movimentação do gume helicoidal da fresa junto à escova foi utilizado um comando de rosqueamento. O deslocamento realizado pela ferramenta foi de 3,75 mm, no eixo z, percorrendo cada gume um total de 32 vezes. O tempo de polimento foi de aproximadamente 1 minuto por gume.

2.2.2. Contorno do gume

Para analisar o arredondamento, o contorno do gume, fez-se uso do equipamento Formtracer Avant S-3000 CR da Mitutoyo, equipamento analisa o contorno do gume, como resposta temos o raio do gume, a velocidade de

apalpamento utilizada foi de 0,05 mm/s e o ponto medido foi 5 mm da quina da ferramenta.

2.2.3 Rugosidade do gume

Medições de rugosidade no gume foram medidas e comparas entre as escovas e o estado original da ferramenta. Para o parâmetro da avaliação de rugosidade, foi utilizado o critério de R_a , mensurado em 5 pontos do gume. As rugosidades foram obtidas pelo rugosímetro portátil da marca Mitutoyo, modelo SJ-301.

2.2.3. Fresamento

Para realização da usinagem o equipamento usado foi um centro de usinagem da marca Hartford (modelo LG-500). Possui uma potência máxima de 10 kW e rotação máxima de 10.000 rpm. A velocidade de corte (v_c) e o avanço (f_z) utilizados foram de 180 m/min e 0,06 mm/gume, respectivamente.

Os ensaios de fresamento foram realizados com passes de 252 mm de comprimento, com profundidade axial (a_p) e profundidade lateral (a_e) fixos, respectivamente de 0,5 mm e de 0,2 mm. A estratégia de usinagem utilizada em todo ensaio é concordante, sem uso de fluido lubrificante, fresamento a seco.

2.2.4. Desgastes e vida útil

Com relação ao desgaste, o parâmetro que foi utilizado para o fim de vida da ferramenta foi o desgaste de flanco máximo (VB_{max}) de 0,2 mm ou lascamento da ferramenta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

3.1. Tratamento de gume

Na Figura 1 observa-se imagens do flanco da ferramenta, geradas pelo estereoscópio trinocular de medição universal, imagens com 45 vezes de ampliação. Nota-se diferenças visuais no acabamento do flanco, em todos os tratamentos, com destaque maior para 1-B e 1-D. A ferramenta no seu estado inicial possui um acabamento homogêneo no sentido horizontal, acabamento proporcionado pela retifica, responsável pela fabricação e reafiação da

ferramenta, este acabamento pode ser visto em 1-A. O maior brilho nas imagens é devido a ação do grão abrasivo impregnado nas escovas, é visível o acabamento na direção contrária do acabamento da retifica, no sentido vertical da ferramenta. Nota-se também na imagem 1-B e 1-D que a agressividade é muito superior, devido a maior rigidez das cerdas grossas, essa agressividade pode ser demasiada no gume, produzindo raios que afetem negativamente o desempenho da ferramenta.

Figura 1. *Análise do flanco dos gumes antes e depois do tratamento*

3.2. Contorno do gume

Figura 2. *Comparação entre raios gerados nos gumes da ferramenta*

A Figura 2 contém a comparação de imagens do gume da ferramenta sem tratamento,

tratada com o gume danificado e tratada com o gume de acordo com o objetivo do trabalho. As análises da fresa tratada obteve como resultados no gume 1, 2 e 3 um arredondamento do gume capturado pelo software do equipamento, raios entre 0,250 e 0,282 mm, este arredondamento segundo a literatura é demasiado, podendo assim danificar o gume da ferramenta.

O gume 4 modificou o contorno, mas devido as limitações do equipamento não foi informado o raio, sendo assim o equipamento apenas gerou o perfil, porém com um cálculo manual utilizando a equação reduzida da circunferência estima-se um raio na casa de 0,06 mm aproximadamente, este valor fica dentro de um arredondamento aceitável para um gume tratado.

3.3. Rugosidade do gume

A rugosidade obtida nos gumes foram: Reafiada, 0,37 Ra; Gume 1, 0,56 Ra; Gume 2, 0,44 Ra; Gume 3, 0,51 Ra; Gume 4, 0,55 Ra. Quando a ferramenta é submetida ao tratamento com as escovas sua rugosidade é alterada, atestando que o grão abrasivo agiu na superfície da ferramenta. Segundo (DE PELLEGRIN; STACHOWIAK, 2001) as partículas de SiC mesmo em tamanhos menores possuem uma alta área de penetração.

3.3. Fresamento

O Fresamento se deu conforme o estipulado no item 2.2.3 deste trabalho. Foram submetidas 2 fresas reafiadas em estado original sem tratamento (O6-S/TRA), e 2 fresas que foram submetidas ao tratamento de gume com a escova de cerda abrasiva de 1 micron (O6-TRA).

3.4. Desgastes e vida útil

No Gráfico 1 estão apresentadas as curvas de comportamento de desgastes. Em laranja estão representadas as curvas de comportamento do desgaste para duas fresas sem tratamento (O6-S/TRA), representada pela média de desgastes ao longo do comprimento usinado (ocorreu a cada 5040 mm usinados). Em azul, segue as mesmas premissas, mas para as fresas que foram tratadas com o polimento com escovas de cerdas abrasivas neste trabalho (O6-TRA).

Gráfico 1. Curvas de desgaste

Comparando as curvas de desgaste no Gráfico 2, as fresas tratadas tiveram um comportamento de desgaste linear desde o início da usinagem, pode-se assim dizer que o tratamento amenizou os desgastes do Estágio I, neste estágio a ferramenta sofre um desgaste acelerado, natural ao sistema tribológico envolvido segundo (MACHADO *et al.*, 2015). As ferramentas ao chegarem ao $VB_{máx}$ de 0,20 mm tiveram os seguintes resultados: para uma fresa sem tratamento o final de sua vida se deve a 19681 milímetros, já as fresas tratadas tiveram sua vida útil aumentada para 22692 milímetros, aumentando sua vida útil em 15,30 %.

O desgaste linear está relacionado com o processo de tratamento de gume, segundo estudo realizado por (WANG *et al.*, 2020) o desgaste linear prolonga consideravelmente a vida útil da ferramenta, contribui para uma melhor distribuição dos esforços mecânicos sofridos no processo de usinagem.

4. CONCLUSÕES:

A partir dos resultados obtidos, conclui-se:

- O tratamento de gume por cerdas abrasivas é eficaz.
- Grãos de carbeto de silício na granulometria de micron se mostraram eficazes para gerar a geometria favorável para o gume.
- Ferramentas tratadas tiveram um desempenho superior de 15,30 % em vida útil, em comparação a ferramentas não tratadas.

- Desgaste linear, mais confiabilidade na usinagem.

5. REFERENCIAS

- WANG, W; Saifullah, K. M.; Aßmuth, R.; Biermann, D.; Arif, A. F. M. Effect of edge preparation technologies on cutting edge properties and tool performance. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 106, n. 5–6, 2020.
- MACHADO, Álisson Rocha; ABRÃO, Alexandre Mendes; COELHO, Reginaldo Teixeira. **Teoria da usinagem dos materiais**. 3. ed. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda, 2015.
- RODRÍGUEZ, C. **Cutting edge preparation of precision cutting tools by applying micro-abrasive jet machining and brushing**. [s.l.: s.n.].
- DE PELLEGRIN, D. V.; STACHOWIAK, G. W. **Abrasiveness of particles measured by Cone-Fit Analysis (CFA)**. Tribology Series. **Anais...**2001
- AURICH, J. C.; EFFGEN, C.; KIRSCH, B. Cutting edge preparation with elastic bonded superabrasive grinding wheels. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 65, n. 1, 2016.
- UHLMANN, E. Oberschmidt, D.; Kuche, Y.; Löwenstein, A.; Winker, I. **Effects of Different Cutting Edge Preparation Methods on Micro Milling Performance**. **Procedia CIRP. Anais...**2016
- OVERHOLSER, R. W.; STANGO, R. J.; FOURNELLE, R. A. Morphology of metal surface generated by nylon/abrasive filament brush. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 43, n. 2, 2003.
- SHATHER SAAD KARIEM, M. A. A. A. Influence Of silicon carbide (SiC) abrasive on surface roughness and metal removal rate during magnetic abrasive finishing **Global Journal of Engineering Science and Research Management**. v. 6, n. 1, p. 8–20, 2019.