

REVISÃO SOBRE A INTEGRIDADE DA ARESTA DE MACHOS DE CORTE DURANTE A RETIFICAÇÃO

Saimon Vendrame, LEPU, saimon.vend@gmail.com
Rosemar Batista da Silva, LEPU, rsilva@mecanica.ufu.br
Eduardo Carlos Bianchi, LUA, bianchi@feb.unesp.br
Eduardo Hidekasu Doi, OSG, edoi@osg.com.br
Ênio Nicolau Sarachini, OSG, enicolau@osg.com.br

Resumo. Existem muitos desafios no processo retificação de metais que ainda requerem muitos estudos por parte de pesquisadores e usuários deste processo, e um deles é encontrar parâmetros de corte adequados para a produção de peças livres de queimas e rebarbas. Por ser uma operação que normalmente é última da cadeia dos processos de fabricação, a peça neste estágio já possui alto valor agregado e qualquer erro poder significar grandes prejuízos. Portanto, ao se estudar e compreender os fenômenos é possível estabelecer os parâmetros de corte que garantam maior produtividade sem afetar a integridade superficial das peças usinadas. Dentro deste contexto, um problema específico da fabricação de machos de corte produzidos pela empresa OSG, está relacionado com a presença de rebarbas e evidência de queima na aresta de filetes na última operação de afiação, e neste caso as peças são refugadas. A fabricação de machos envolve diversos processos de fabricação, dentre eles a afiação dos filetes de corte por retificação, cujo objetivo é garantir a qualidade destes filetes que irão produzir as rosas nos mais diversos componentes da indústria metal-mecânica. Neste sentido, este trabalho aborda parte da revisão da dissertação de mestrado de um dos autores relacionada com estudo da queima e formação de rebarba em machos de corte de HSSE. Esta revisão será utilizada como parâmetro para o estudo da integridade superficial e como subsídios para a formulação de propostas para a solução do problema já citado.

Palavras chave: retificação, afiação, integridade superficial, machos de corte de HSSE

1. INTRODUÇÃO

Machos de corte são ferramentas de usinagem utilizadas no rosqueamento de furos internos. Com o movimento em direção a um furo pré-usinado o macho rotaciona cortando ou deformando o material das laterais tornando-as um perfil de rosca. Ao atingir a outra extremidade o macho tem o sentido de rotação invertido, retornando sem que ocorra a usinagem, na Figura 1 o processo é ilustrado. Para que o perfil gerado seja o mais preciso possível os machos devem possuir tolerâncias estreitas e estarem bem afiados.

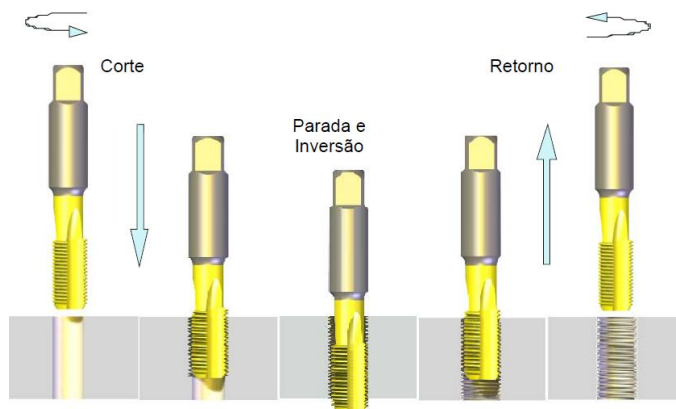


Figura 1 - Processo de rosqueamento interno com macho de corte. Fonte: Da Mota, 2009

A qualidade da ferramenta está relacionada à sua fabricação, que ocorre utilizando diversos processos de usinagem. Na produção de machos a afiação é uma das últimas etapas realizadas através de usinagem com geometria não definida, a retificação. Apesar de existirem grandes dificuldades a engenharia de fabricação busca aprimorar o processo.

Além das tolerâncias a ferramenta deve ser fabricada sem apresentar queima. A queima é um fenômeno termo-mecânico que prejudica a sua integridade, podendo reduzir a vida. Outro fenômeno recorrente deste processo é a presença de rebarba nas arestas retificadas. A rebarba causa distorções dimensionais, afiação ineficiente, fragilização da aresta além de tornar-se necessário um processo posterior de remoção. A literatura indica que há relação entre o fenômeno da queima e a formação da rebarba.

Portanto, este trabalho visa realizar o estudo experimental para entender a influência dos parâmetros de corte na integridade superficial da aresta de corte dos filetes de machos em aço rápido, principalmente para poder determinar as condições de corte favoráveis à não ocorrência de rebarbas e queima das superfícies e assim garantindo a integridade do produto final. Este trabalho é voltado para o processo afiação com rebolos abrasivos.

2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Os machos de corte são geralmente fabricados de aços ferramenta, ou aços rápidos e podem ser revestidos para melhorar o desempenho, a fabricação passa pelas seguintes etapas:

- A matéria prima é recebida em forma de barras cilíndricas trefiladas. Estas barras alimentam os tornos, onde passam pelo primeiro processo de desbaste e são cortadas nas dimensões de cada ferramenta;
- Com as ferramentas já no tamanho correto, elas passam por processos que as deixam próximas as dimensões finais. Nesta etapa existem alguns processos distintos dependendo do modelo da ferramenta, algumas são torneadas enquanto outras são perfiladas por um processo de conformação, existem ainda os que são fabricados por inteiramente por retificação. Esta etapa pode influenciar os processos subjacentes principalmente pela quantidade de sobremetal e o estado da microestrutura em que são entregues;
- A ferramenta então é afiada pelo processo de retificação. A escolha do processo de retificação confere melhor acabamento e permite chegar às tolerâncias nominais. Nesta etapa devem ser evitados os danos na superfície, porque um descarte significa a perda do valor agregado pelos processos anteriores;
- Após estar afiada, deve passar por um processo de limpeza e rebarbação para preparar para a próxima etapa, conhecido como jateamento em cabine pressurizada. Vários tipos de abrasivos ou outros materiais podem ser utilizados como partículas, tais como esfera de vidro, granalha, alumina e também pós triturados de milho ou cascas de nozes e outros. É possível controlar o processo de forma que as rebarbas fiquem mais fáceis de serem removidas.
- A etapa final é o tratamento térmico e o revestimento. Os revestimentos mais utilizados são carboneto de titânio (TiC) e nitreto de titânio (TiN), com o principal objetivo de aumentar a vida da ferramenta, pelo aumento da resistência a abrasão da superfície de saída.

O grande desafio da indústria é produzir ferramentas que durem mais e que possam ser aplicadas a materiais cada vez mais resistentes. A ciência dos materiais tem cumprido seu papel nesta tarefa, mas a engenharia de fabricação é essencial para garantir a qualidade do produto. A dificuldade é que na prática os processos não são tão versáteis, alguns parâmetros são incontornáveis e adaptados às máquinas que a indústria dispõe para ser economicamente viáveis. Existem ainda os efeitos na microestrutura das peças fabricadas, que são sobrepostos a cada etapa e dificilmente compreendidos.

3 DESAFIOS

Os desafios da fabricação sempre escoram em dois pilares, o primeiro é como aumentar a produtividade sem afetar a integridade da peça fabricada; e o outro é encontrar novas técnicas principalmente devido à introdução de novos materiais, tanto para ferramentas quanto para peças.

OLIVEIRA et. al. (2009) levantaram os principais desafios na área de retificação mostrando que em muitos casos as condições de corte são subutilizadas por falta de conhecimento do processo. A tecnologia está cada vez mais presente na retificação, o que permite novas aplicações mas exigem mais estudos dos processos.

3.1 Formação da rebarba

Uma vez que nem sempre é possível eliminar formação de rebarba nos mais diversos processos de fabricação por usinagem, as pesquisas tem sido direcionadas para controlar a sua formação mas com dimensões e formas toleráveis, que são aceitáveis respeitando a funcionalidade da peça ou ainda, que seja possível um subsequente processo de rebarbação seguro que garanta um comportamento de separação adequado (AURICH et. al, 2005).

Entre os problemas que a rebarba provoca, está a integridade da aresta que é comprometida. Apesar do processo de formação por retificação geralmente não provocar o lascamento, esta região é uma zona de acúmulo de calor, o que pode provocar a queima. Além disso, a rebarba pode impedir a entrega do fluido refrigerante a esta região o que também pode provocar a queima.

KAWAMURA e YAMAKAWA (1989) realizaram um trabalho experimental no processo retificação plana sem fluido refrigerante. Eles observaram que entre as entradas analisadas, rebarbas laterais e de saída, a rebarba de saída foi aquela com a maior dimensão. Portanto, as investigações subsequentes foram concentradas no mecanismo de formação das rebarbas de saída. No final do passe de retificação, uma zona de deformação plástica foi observada na aresta de saída. Pelo aumento do ângulo de saída da aresta de saída, foi possível reduzir a expansão desta zona plástica e

ao mesmo tempo redução da rebarba de saída. A formação de rebarba na saída pode ser explicada por uma deformação localizada do material da peça. Uma pequena área de material a ser teoricamente removida da peça é dobrada em torno da aresta de saída. Passes de retificação consecutivos causam uma acumulação da rebarba de saída. A figura 2 ilustra o fenômeno, mostrando que o tamanho da rebarba é diretamente relacionado com a profundidade de corte.

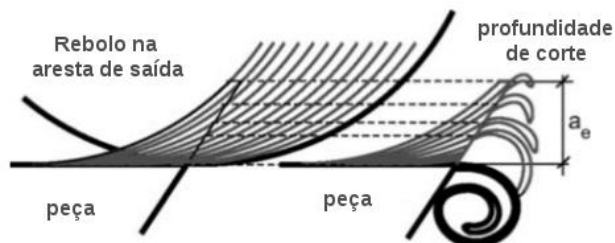


Figura 2 - Formação de rebarba espiral na retificação (AURICH et. al., 2010).

3.2 Queima

Muitos trabalhos abordam a queima como um problema a ser controlado na retificação. A principal dificuldade é que a queima está relacionada com o aumento de temperatura, que é muito difícil de ser medida na região de corte. Por esta razão, são aceitos os modelos que tentam relacionar a temperatura com os parâmetros de corte de forma direta, como os propostos por MALKIN (1989), LAVINE (1992), SHAW (1996) dentre outros, ou com outros resultados mensuráveis indiretamente propostos por DOTTO (2004) e REN et. al. (2009).

ARUL SARAVANAPRIYAN E KRISHNAMURTHY (2003) mostraram em seus resultados que a queima altera significativamente o desempenho da ferramenta. Através do torneamento com ferramentas com e sem queima foram medidos a força e o desgaste e em ambos casos os resultados mostraram-se piores para as ferramentas com queima.

Durante a retificação de peças de aços endurecidos e temperados, a taxa de produção, isto é, a taxa de remoção de material, é limitada pelo aumento do risco de dano térmico no componente. A severidade deste dano, também conhecido como queima de retificação, depende da temperatura a qual a superfície da peça foi aquecida (DAVIM, 2010).

Através da distribuição da microdureza na subsuperfície de aços endurecidos, uma queima visível pode ser encontrada acompanhada pela reaustenitização da peça e retêmpera devido ao rápido resfriamento. Para um aço endurecido retificado sem nenhuma queima, há geralmente algum amolecimento devido ao recozimento próximo a superfície (MALKIN, 1989).

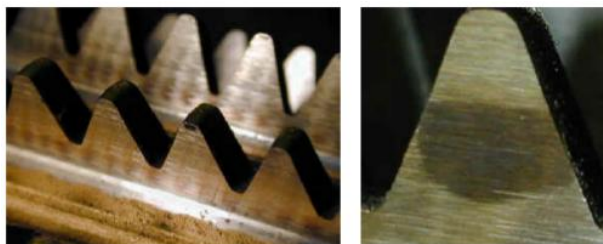


Figura 3 - Queima na superfície de ataque de dentes retos (DAVIM, 2010).

4. CONCLUSÕES

Como observado no decorrer deste artigo, é muito importante estudar os fenômenos da formação de rebarba e queima e processos de retificação, principalmente em operação de afiação de machos, que é o foco deste trabalho.

Pela revisão bibliográfica apresentada foi possível identificar quais os principais parâmetros a serem explorados para a redução e/ou eliminação principalmente da rebarba que vem encontrada com frequência nos machos de corte de HSSE produzidos pela empresa OSG. Com isso, já se tem parte dos subsídios iniciais para iniciarem os ensaios de afiação com diferentes parâmetros de corte a fim de encontrar condições de corte adequadas para este processo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFU pela bolsa de mestrado concedida a um dos autores. Agradecem ainda a CAPES (PROEX) pelo apoio financeiro com aquisição de

insumos e diárias para trabalho de campo na empresa OSG. Em especial dois dos autores agradecem a FAPEMIG apoio financeiro recebido via projeto PPM-VII, Processo Nº: PPM-00265-13. Finalmente, agradecem à empresa OSG por conceder os machos de corte e suas instalações para o desenvolvimento de algumas etapas do trabalho de mestrado.

6. REFERÊNCIAS

- ARUL SARAVANAPRIYAN, S.N., VIJAYARAGHAVAN, L., KRISHNAMURTHY, R., “**Significance of grinding burn on high speed steel tool performance**”, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 134, cap 2, 2003, pp 166-173
- AURICH, J.C.; SUDERMANN, H.; BIL, H., “**Characterisation of Burr Formation in Grinding and Prospects for Modelling**”, CIRP Annals - Manufacturing Technology, v. 54, cap. 1, 2005, 313-316p.
- DA MOTA, P. R., “**Estudo do processo de rosqueamento com macho de corte de metal duro em ferro fundido vermicular**”. 2009. 160 f. Tese (Doutorado em engenharia mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2009.
- DAVIM, J. P., **Surface Integrity in Machining**, ed. Springer, 1 ed., Portugal, 2010
- DOTTO, F. **Sistema de detecção automática on-line de danos térmicos no processo de retificação com monitoramento via internet dissertação**, Univ. Estadual Paulista (UNESP)- campus bauru, 2004, 221p.
- KAWAMURA, S. e YAMAKAWA, J., "Formation and Growing up Process of Grinding Burrs", Bulletin of the Japan Society of Precision Engineering, vol. 23, 3, 1989
- LAVINE, A. S.; TIEN-CHIEN, J. Coupled **heat transfer to workpiece, wheel, and fluid in grinding, and the occurrence of workpiece burn**. International Journal of Heat and Mass Transfer, v. 34, 4–5. ed., abr–mai 1991, p. 983-992.
- MALKIN, S. **Grinding Mechanisms e Grinding Temperatures and Thermal Damage**. In: Malkin, S. Grinding Technology: theory and applications of machining with abrasives. 1ª ed., Chichester, Ellis Horwood Limited, 1989.
- OLIVEIRA, J.F.G., SILVA, E.J., GUO, C., Hashimoto, F., “**Industrial challenges in grinding**”, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Vol. 58, cap. 2, 2009, pp 663-680
- REN, Y. H., ZHANG, B., ZHOU, Z.X., **Specific energy in grinding of tungsten carbides of various grain sizes, CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 58, cap. 1, 2009, 299-302p
- SHAW M.C., **Energy Conversion in Cutting and Grinding**, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 45, Issue 1, 1996, Pages 101-104