



***ANÁLISE DAS FORÇAS DE USINAGEM DO PROCESSO DE  
FUROFRESAMENTO DE ROSCAS COM FERRAMENTAS DE TRÊS GUMES  
(2,5XD) NA LIGA DE MAGNÉSIO AZ91***

**Walter L. Weingaertner, Prof. Dr.-Ing.**

Laboratório de Mecânica de Precisão, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brasil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [wlw@emc.ufsc.br](mailto:wlw@emc.ufsc.br)

**Rolf B. Schroeter, Prof. Dr. Eng.**

Laboratório de Mecânica de Precisão, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brasil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [rolf@lmp.ufsc.br](mailto:rolf@lmp.ufsc.br)

**Franz Tikal, Prof. Dr.-Ing.**

Institut für Produktionstechnik und Logistik, Gesamthochschule Kassel, Fachbereich 15, Kurt Wolterstr. 3, 35125-D - Kassel - Alemanha

**Cristiano R. Schramm, Eng. Mec.**

Laboratório de Mecânica de Precisão, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brasil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [schramm@lmp.ufsc.br](mailto:schramm@lmp.ufsc.br)

**Resumo.** *O processo de rosqueamento é necessário na fabricação de inúmeros componentes na indústria. Visando a redução de custos de produção foi desenvolvido há alguns anos o processo de furofresamento de roscas (Bohrgewindefräsen). Este processo apresenta uma série de vantagens em relação aos processos de rosqueamento convencionais, pois emprega apenas uma ferramenta para realizar as operações de furação, escareamento e rosqueamento, reduzindo os tempos de processo. Visando um maior conhecimento deste processo é feita uma revisão bibliográfica, onde serão abordados, em detalhes, os aspectos tecnológicos do processo. Na aplicação deste processo em ligas de magnésio ocorrem problemas de quebra prematura das ferramentas devido à adesão e entupimento dos canais. Através de um trabalho conjunto com um dos fabricantes destas ferramentas foram realizados ensaios de aquisição de forças de usinagem para observar e analisar o comportamento destas ao longo do processo. Desta forma pôde-se levantar as causas dos problemas apresentados e atuar de forma a solucioná-los. Foi verificado que as forças de avanço durante a etapa de furação do processo são extremamente elevadas para a ferramenta e o material em questão. Sabe-se que a geometria das ferramentas tem grande influência sobre os valores das forças de avanço. Através dos resultados implementam-se melhorias no sentido de aumentar a vida das ferramentas.*

**Palavras-chave:** *furofresamento de roscas, magnésio, usinagem a seco, Bohrgewindefräsen.*

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de furofresamento (*Bohrgewindefräsen*) de roscas foi desenvolvido com o objetivo de reduzir os custos de fabricação de roscas. Este processo apresenta vantagens em relação aos processos de rosqueamento convencionais, como rosqueamento com macho-máquina, fresamento e laminação de roscas. Com apenas uma ferramenta pode-se realizar as operações de furação, escareamento e rosqueamento, eliminando as trocas de ferramentas e reduzindo os tempos de processo (Goerke, 1990; Schurer, 1989 e Schaufuss, 1996).

O magnésio vem sendo empregado na indústria para a fabricação de componentes que exigem elevada resistência e baixo peso, pois este metal, quando ligado apresenta boas propriedades e tem uma densidade aproximada de apenas  $1,74 \text{ g/cm}^3$  (Hallum, 1995; Kainer, 2000 e Kammer, 2000).

O objetivo deste trabalho é a análise comparativa das forças de avanço com a variação do avanço da etapa de furação do processo produzidas pelas duas ferramentas em estudo. As ferramentas não têm geometrias iguais e apresentaram desempenho diferente em alguns ensaios previamente realizados. Portanto, deseja-se observar a influência da geometria nos valores das forças de avanço.

## 2. O PROCESSO DE FUROFRESAMENTO DE ROSCAS

Todos os processos de fabricação de roscas internas, com macho-máquina, macho de laminação ou fresamento de roscas, exigem um furo prévio para serem realizados. Portanto, são necessárias duas ferramentas distintas, uma broca e um macho ou fresa, Schultz et al (1987). Nos processos com macho-máquina e macho de laminação são necessários cabeçotes de rosqueamento reversíveis ou mandris compensadores, para permitir, após a fabricação da rosca, a retirada da ferramenta do furo. Existem ainda outros problemas inerentes a estes processos como:

- ❑ Quebra do macho devido ao grande esforço provocado pelo engastamento gerado pela presença de cavacos nos canais da ferramenta ou no fundo do furo (Goerke, 1990; Schurer 1989 e Schwer, 1990).
- ❑ Danificação dos filetes, pois alguns cavacos podem permanecer na interface macho/filete durante a remoção do macho de dentro do furo e vir a deformar a superfície do filete, Schurer et al (1989).
- ❑ Irregularidade da profundidade das roscas devido à necessidade de retorno do macho, o qual é fixo através de sistemas mecânicos (Goerke, 1990).
- ❑ Impossibilidade de emprego de elevadas velocidades de corte devido à necessidade de retorno do macho, Schwer et al (1990).
- ❑ Impossibilidade de se usinar roscas de diâmetros diferentes mas de mesmo passo com o mesmo macho, Schwer et al (1990).

Uma solução para estes problemas é o emprego do processo de fresamento de roscas. As roscas fresadas apresentam boa qualidade superficial, sem rompimento de filetes. Além disso, os cavacos são, de acordo com o material, curtos e quebradiços, Schwer et al (1990).

Com o desenvolvimento da ferramenta chamada broca-fresa de roscas surgiu o processo de furofresamento de roscas, que combina os processos de furação, escareamento e fresamento de roscas em um único ciclo (Goerke, 1990 e Schaufuss, 1996). Portanto é possível furar, escarear e fresar a rosca com apenas uma ferramenta (Schurer, 1989 e Schaufuss, 1996). A grande vantagem e principal diferença deste processo para os demais processos de fabricação de roscas internas é que se emprega apenas uma ferramenta e a rosca é produzida em um único passe, Schwer et al (1990). Este processo pode ser empregado na fabricação de roscas de profundidade até  $2,5xD$ , Ring et al (1995).

A broca-fresa de roscas é construída em metal-duro e composta por uma ponta de broca helicoidal, uma fresa com o perfil da rosca, um escareador e uma haste conforme a Figura (1). O diâmetro da haste foi desenvolvido segundo a norma DIN 1835, enquanto o comprimento total da

ferramenta segue a norma DIN 1897. O diâmetro da parte da broca corresponde ao valor médio do furo da rosca métrica ISO segundo a norma DIN 13. Esta ferramenta pode ser fabricada para todas as roscas correntes, Schwer et al (1990).

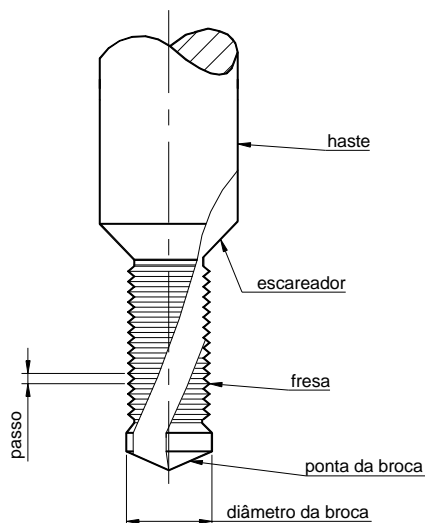


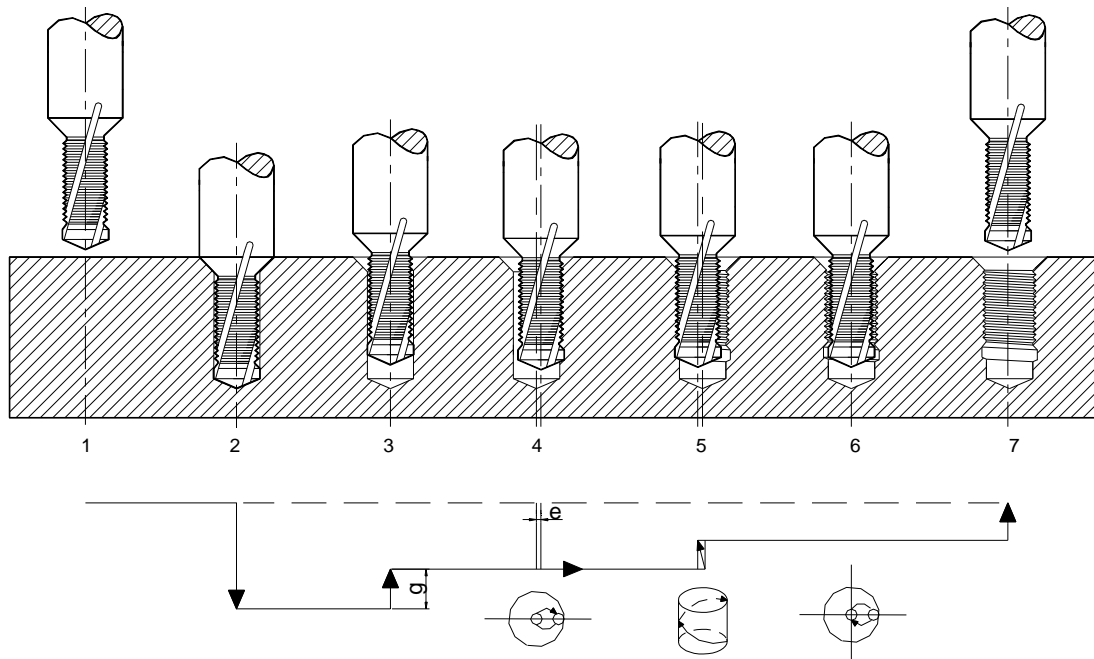
Figura 1 - Broca-fresa de roscas

A fabricação de roscas através deste processo ocorre em sete etapas distintas, conforme pode se verificado na Figura (2). Após o posicionamento da ferramenta sobre o local a ser fabricada a rosca, essa avança em sentido à peça e realiza o furo com a ponta. Simultaneamente ao término da furação, o escareador entra em ação usinando um chanfro de  $45^\circ$ . A ferramenta é então recuada a uma distância de pelo menos uma vez o passo da rosca e logo após desloca-se radialmente até o diâmetro nominal desta. Existem diferentes maneiras para se realizar este deslocamento, sendo que os três mais importantes serão descritos mais a frente. Através de um movimento espiral ao longo do diâmetro nominal da rosca, e com apenas uma volta é fresada a rosca. A broca-fresa de roscas recua novamente ao centro do furo com um movimento radial. Por fim a ferramenta é retirada de dentro do furo roscado encerrando o processo (Goerke, 1990; Schaufuss, 1996; Schultz, 1987 e Küpper, 1998).

O início do fresamento da rosca pode ser realizada de várias maneiras. Os três métodos mais importantes são: deslocamento radial, deslocamento tangencial em  $45^\circ$  e deslocamento tangencial em  $180^\circ$  conforme mostrado na Figura (3), Schwer et al (1990). A escolha do método é decisiva para a qualidade superficial da rosca e a vida da ferramenta (Goerke, 1990). Esses métodos são descritos a seguir.

- a. Como mostrado na Figura (3a), o deslocamento pode ocorrer de forma linear no sentido radial. Deste modo resulta um grande ângulo de engajamento da fresa, o qual gera cavacos muito longos levando a um grande desgaste da ferramenta. Através deste método não se obtêm roscas com boa qualidade, Schwer et al (1990).
- b. Na Figura (3b) é mostrado um deslocamento tangencial da fresa combinado com um fresamento de entrada de  $45^\circ$ . Neste caso a fresa sai primeiramente do centro do furo (como em a) e então num arco de círculo de  $45^\circ$  tangencialmente até o diâmetro da rosca. A vantagem está na facilidade de programação, além do fato da fresa chegar ao início da trajetória circular num deslocamento relativamente curto. A desvantagem neste caso é que através de pequenas diferenças de diâmetro entre o furo e fresa a maior parte do volume de cavaco é removida durante o avanço no trecho em linha reta, e assim o ângulo de engajamento na peça é muito grande, Schwer et al (1990). Por isto este método é aconselhável apenas nos casos de grande diferença entre os diâmetros do furo e da fresa.

c. O método apresentado na Figura (3c) apresenta-se como o mais adequado e é a técnica de programação mais empregada, pois ela percorre um arco de circunferência de  $180^\circ$  ao longo de todo o avanço. Através desta técnica de deslocamento circular o ângulo de engajamento da peça é reduzido e assim a pressão de corte e cavacos podem ser mantidos relativamente pequenos. Em virtude deste deslocamento tangencial de arco de circunferência para entrada e saída da fresa esta programação é muito empregada, sendo para isto utilizado um ciclo de programa NC. A rosca é então produzida após um movimento circular completo da fresa sem nenhum ressalto no ponto de entrada da ferramenta, Schwer et al (1990). Ao término do fresamento, a ferramenta retorna ao centro do furo com o mesmo movimento tangencial para evitar ressalto e é retirada então de dentro do furo evitando o contato da ferramenta com a superfície da rosca e conseqüentemente danos na qualidade dos filetes (Goerke, 1990).



1. Aproximação da broca de furofresamento de roscas.
2. Furação e simultaneamente a usinagem do escareado.
3. Recuo da ferramenta à medida  $g$ , evitando o contato da ponta no fundo do furo durante o fresamento.
4. Deslocamento da broca para o diâmetro nominal da rosca ( $e$ ) iniciando o fresamento.
5. Fresamento circular da rosca com avanço conforme o passo desta.
6. Retorno da ferramenta ao centro do furo.
7. Saída da ferramenta de dentro do furo roscado.

Figura 2 - Etapas do processo de furofresamento de roscas (Goerke , 1990; Schaufuss, 1996; Schultz, 1987 e Ring, 1995)

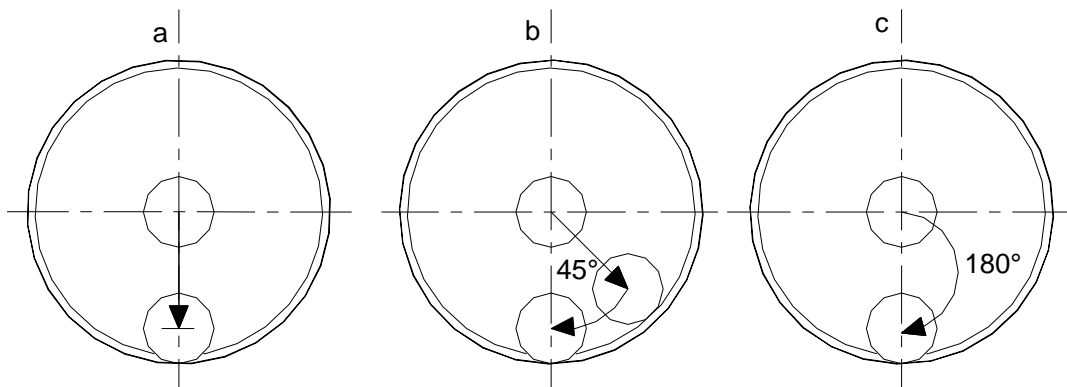


Figura 3 - Entrada de fresamento para a broca de furofresamento de roscas, Schwer et al (1990).

Como já foi descrito, o processo de furofresamento de roscas é realizado em sete etapas. Para se fabricar a mesma rosca através de um processo de rosqueamento convencional são necessárias 13 etapas, onde os tempos de troca de ferramenta são elevados.

As etapas do processo de rosqueamento com ferramentas convencionais são:

1. Aproximação da broca;
2. Furação;
3. Recuo da ferramenta;
4. Deslocamento até o ponto de troca de ferramentas;
5. Troca de ferramenta;
6. Aproximação do escareador;
7. Escareamento;
8. Recuo da ferramenta;
9. Deslocamento até o ponto de troca de ferramentas;
10. Troca de ferramenta;
11. Aproximação do macho;
12. Rosqueamento com o macho;
13. Retorno do macho com rotação inversa do fuso.

Segundo Schaufuss et al (1989), os resultados dos ensaios de tração demonstraram que as roscas fresadas alcançam valores de resistência no mínimo iguais aos de roscas usinadas com macho-máquina. Já os ensaios de qualidade superficial mostraram uma boa qualidade das roscas fresadas, com uma superfície lisa, enquanto as roscas cortadas com machos apresentaram sulcos bem visíveis. Isto ocorre principalmente porque os cavacos são menores e não há contato da ferramenta com os filetes da rosca durante a saída da ferramenta de dentro do furo, Schwer et al (1990).

Outras vantagens do processo de furação e fresamento interno de roscas são:

- Necessidade de apenas uma ferramenta para a furação, escareamento e rosqueamento, o que resulta em um lugar a menos no magazine das máquinas-ferramentas e menos trocas de ferramenta, proporcionando um menor tempo de processo (Gorke, 1990; Schultz, 1987; Schwer, 1990; Ring, 1995 e Küpper, 1998).
- Redução do tempo de usinagem devido ao emprego de elevadas velocidades de corte e avanços (Schwer, 1990 e Ring, 1995).
- Roscas de diferentes diâmetros mas com o mesmo passo (ex. M8 x 1,25 e M12 x 1,25) podem ser fabricadas com a mesma ferramenta, (Schurer, 1989 e Schultz et al 1987).
- Não há necessidade de dispositivos especiais de fixação para a ferramenta como cabeçotes de rosqueamento, Schultz et al (1987).
- Em furos cegos pode-se fresar a rosca até praticamente o fundo do furo eliminando-se os restos de raiz de cavaco deixados no processo de rosqueamento com macho-máquina, Schurer et al, (1989).
- Nos casos de quebra de ferramenta durante o rosqueamento, reduzem-se os custos e o tempo necessário para a remoção do pedaço da ferramenta de dentro do furo. A ferramenta sai facilmente pois seu diâmetro é menor que o diâmetro do furo, enquanto que os machos-máquina devem ser removidos por eletroerosão, Schaufuss et al (1996).

O desgaste destas ferramentas ocorre na região da ponta da broca e nos dentes da fresa. Na Figura (4) e na Figura (5) são mostrados as regiões típicas de desgaste de uma broca de furofresamento de roscas. Segundo a norma DIN 6581 o gume secundário que designa a quina da parte da broca passa a exercer a função de gume principal durante o fresamento da rosca. Analogamente o gume principal durante a furação passa a atuar como gume secundário no fresamento. Estas partes da ferramenta recebem a denominação conforme Figura (4), para se reduzir a troca de nomenclatura para as mesmas quinas de acordo com a etapa do processo (Schultz, 1994).

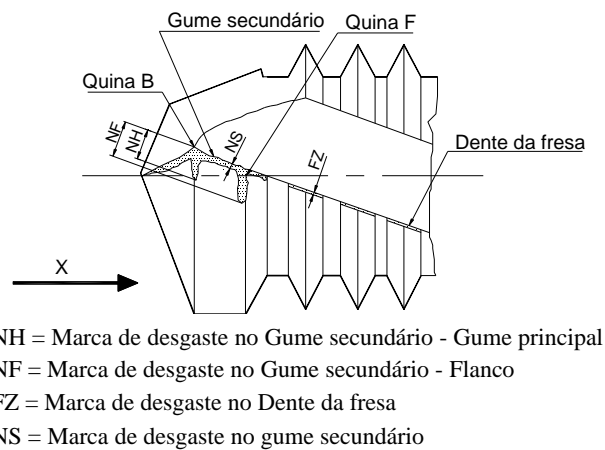


Figura 4 - Locais de desgaste e grandezas na broca de furofresamento de roscas (Schultz, 1994).

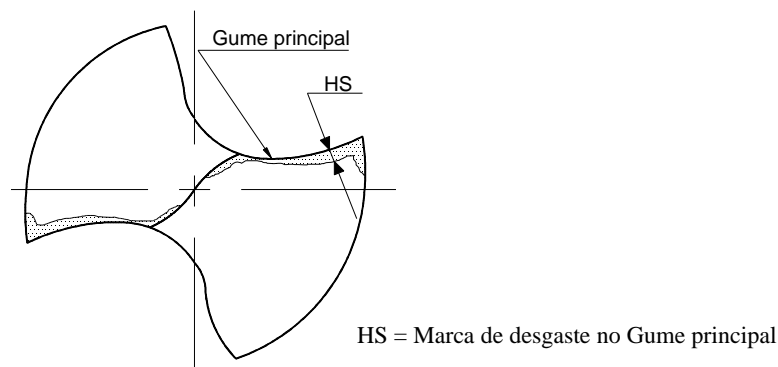


Figura 5 - Desgaste no gume principal da parte da broca - vista de X na Figura (4) (Schultz, 1994).

Apesar de ocorrer o desgaste nestas regiões da ferramenta, os valores de desgaste são pouco significativos. Nos ensaios de vida realizados por (Schultz, 1994) com uma broca-fresa de roscas M10 em ligas de alumínio as ferramentas não haviam alcançado o critério de desgaste para fim de vida após 3.000 furos, quando os ensaios foram interrompidos.

Este processo exige uma boa remoção de cavacos de dentro do furo mantendo os canais da ferramenta limpos. O meio lubri-refrigerante deve chegar aos gumes e levar os cavacos para fora do furo. Caso os cavacos fiquem nos canais da ferramenta, a quebra desta é praticamente certa durante a etapa de fresamento da rosca (Gorke, 1990 e Küpper, 1998).

Para auxiliar o trabalho de remoção dos cavacos de dentro do furo, quando o meio lubri-refrigerante não realiza um trabalho eficiente, pode-se retirar a ferramenta de dentro do furo, logo após a realização deste, e logo em seguida avançar a broca novamente até o local onde se iniciará o fresamento da rosca (Küpper, 1998).

Quando se trata de usinagem a seco, deve-se utilizar ar comprimido como meio lubri-refrigerante, pois somente desta maneira é possível remover os cavacos de dentro do furo e dos canais da broca.

### 3. ENSAIOS DE FORÇAS DE USINAGEM

Os ensaios de forças foram realizados com duas ferramentas (A e B) de três gumes de geometrias diferentes na liga de magnésio AZ91 HP. A ferramenta A tem um gume transversal maior e ângulo de hélice menor que a ferramenta B. Os ensaios de força foram realizados visando comparar as duas ferramentas e levantar o comportamento da força de avanço em relação à variação do avanço durante a etapa de furação do processo de furo-fresamento de roscas.

Os ensaios foram realizados com os seguintes parâmetros de corte, sendo que para cada diferente avanço de furação foram realizados três repetições:

Rotação	$n = 9.000 \text{ rpm}$
Velocidade de corte de furação	$v_{cB} = 192 \text{ m/min}$
Velocidade de corte de fresamento	$v_{cF} = 184 \text{ m/min}$
Avanço de furação	$f_B = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4 \text{ mm}$
Avanço de fresamento	$f_F = 0,05 \text{ mm/Z}$
Fresamento	Concordante
Início e término de fresamento	Semi-círculo $180^\circ$
Fluido de corte	A seco (ar comprimido)
Número de entradas do ciclo pica-pau	3x
Profundidade do furo / rosca	23 mm / 20 mm
Furo não passante (cego)	

Os dados de força adquiridos durante os ensaios foram gravados em um computador e posteriormente tratados e manipulados através do programa Microsoft Excel. Para cada combinação de parâmetros foi determinada a média aritmética, para as três repetições, dos máximos valores de força de avanço, dispostos na Tabela (1). Estes valores estão representados na Figura (6) em forma de gráfico. Além deste digrama, foram elaborados gráficos de força de avanço ao longo do tempo de realização do processo. Através destes gráficos pôde-se verificar e analisar a influência da variação do avanço de furação na força de avanço e o comportamento das forças ao longo do processo, respectivamente.

Tabela 1 - Forças de avanço máxima para as ferramentas AT e BT  
 Ângulo de hélice da ferramenta A,  $15^\circ$  e da ferramenta B,  $28^\circ$ .

Avanço [mm]	$F_{fAT}$ [N]	$F_{fBT}$ [N]
0,10	437,70	158,19
0,15	618,82	195,82
0,20	838,07	330,96
0,25	947,55	495,40
0,30	1016,71	758,74
0,35	968,53	486,72
0,40	987,73	585,44

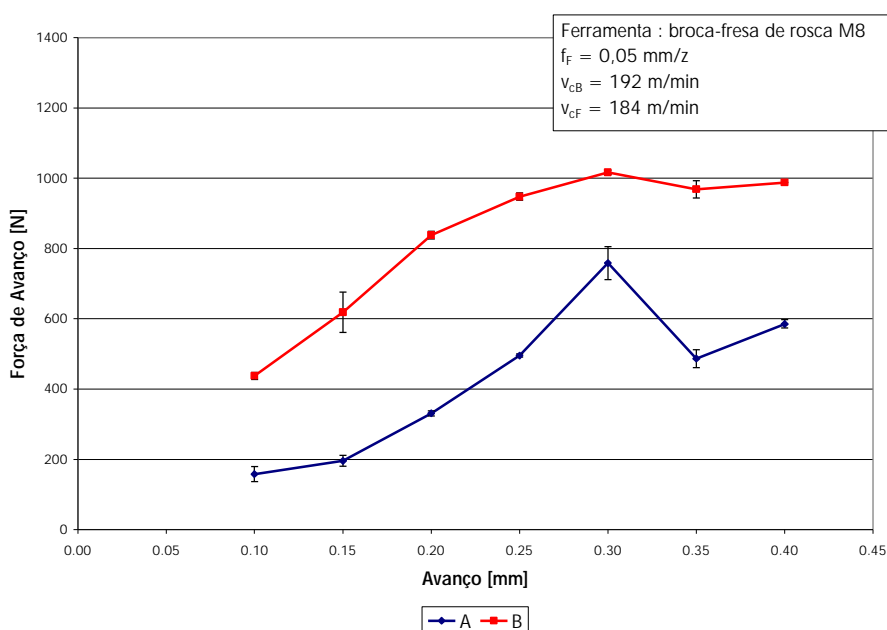


Figura 6 - Comparação entre as forças de avanço das duas ferramentas em estudo

Na Figura (6) pode-se observar uma mudança no comportamento da força logo após o avanço  $f = 0,3$  mm. Uma hipótese para explicar este fenômeno é que pode ter ocorrido uma mudança no mecanismo de formação de cavacos na região central da broca-fresa, onde o ângulo de incidência é menor. O material deformado pelo gume transversal é cisalhado, permitindo assim a redução da força de avanço neste ponto. Esta mudança no mecanismo de corte deixa de existir após o avanço de  $0,35$  mm, onde a força volta a crescer à medida que se aumenta o avanço da furação. Esta hipótese ainda não foi analisada ou comprovada até o momento.

Pode-se observar que as forças obtidas com a ferramenta A são bem maiores que as originadas pela ferramenta B. Isto ocorreu devido à diferença entre a geometria das duas ferramentas. Um dos maiores fatores contribuintes para os elevados valores de força de avanço no processo de furação é o gume transversal, sendo responsável por até 60% do valor da força (Stemmer, 1995). Como existe realmente uma grande diferença entre o tamanho dos gumes transversais das duas ferramentas, a ferramenta A possui um gume transversal de diâmetro igual a  $0,47$  mm enquanto que o tamanho do gume transversal da ferramenta B é de apenas  $17$  mm. Conforme pode-se observar na Figura (7), este fator é de grande influência nos valores da força de avanço.



Figura 7 - Tamanho do gume transversal das ferramentas A e B

Um dos problemas apresentados em alguns ensaios anteriormente realizados na Universidade de Kassel é que a ferramenta A apresenta vida extremamente baixa em relação à ferramenta B. Esta pode ser uma das causas, uma vez que com forças elevadas ocorre um aumento da temperatura na região de corte e conseqüentemente há uma tendência maior à adesão de magnésio sobre a ferramenta, contribuindo para a quebra da mesma.

Com base nestas informações pode-se concluir que existe a necessidade de alteração da geometria da ferramenta A, onde o gume transversal deve ser reduzido. Portanto, para solucionar ou amenizar o problema das forças elevadas da ferramenta A foi sugerido ao fabricante destas que este afiasse os gumes de modo semelhante à ferramenta B. Porém, seria ideal tentar reduzir ainda mais o gume transversal, pois através deste artifício as forças de avanço reduziriam e a solicitação da ferramenta também diminuiria (Stemmer, 1995). A Figura (8) mostra a afiação sugerida.

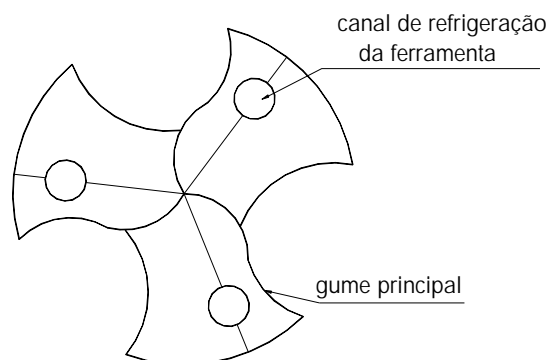


Figura 8 - Nova geometria da ponta



## 4. CONCLUSÕES

Os ensaios mostraram que a ferramenta B, com gume transversal menor, apresentou valores de forças menores que a ferramenta A, com gume transversal maior. Portanto pode-se concluir que o tamanho do gume transversal realmente influencia os valores das forças. A força de avanço elevada é prejudicial para a implantação do processo em escala industrial, pois compromete a qualidade do processo (pior formação e remoção de cavaco de dentro do furo) e a vida da ferramenta. Acredita-se que a modificação da geometria sugerida ao fabricante da ferramenta A represente uma boa solução, uma vez que se reduz praticamente a zero o gume transversal através desta afiação. Consequentemente espera-se que os valores de força de avanço decresçam e o desempenho da ferramenta melhore, atingindo uma vida maior. A geometria da ferramenta B também pode ser otimizada, reduzindo ainda mais o tamanho do gume transversal, melhorando sua performance.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao Institut für Produktionstechnik und Logistik por proporcionar a realização deste trabalho através do contato com os fabricantes das ferramentas e por disponibilizar suas instalações para que os ensaios pudessem ser realizados com sucesso.

## 6. REFERÊNCIAS

- HALLUM, D. L. Magnesium: Lightweigt, easy to machine. American Machinist, New York, v. 139, n. 5, p. 48-51, maio 1995
- KAINER, K. V. Magnesium - Eigenschaften, Anwendungen, Potentiale. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2000. 320 p.
- KAMMER, C. Magnesium Taschenbuch. 1. ed. Düsseldorf: Aluminium Verlag, 2000. 784 p.
- KÖNIG, W; KLOCKE, F. Fertigungsverfahren 1: Drehen, Fräsen, Bohren. 5. ed. Berlin - Heidelberg: Springer Verlag, 1997. 469 p.
- STEMMER, C. E. Ferramentas de Corte I. 4. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1995. 249 p. (Série Didática)
- GOERKE M. Gleichbleibend hohe Qualität. Industrie, Essen, v. 112, n. 50, p. 22-24, jun. 1990.
- SCHURER, W.; LINK, H. J. Schnell und genau: Zirkularfräsen von Innengewinden verkürzt die Fertigungszeiten und erhöht Oberflächenqualität. Maschinenmarkt, Würzburg, v. 95, n. 36, p. 48-54, set. 1989.
- SCHAUFUSS, L.; LANG, M. Kosten sparen durch Bohrgewindefräsen. Werkstatt und Betrieb, München, v. 129, n. 6, p. 584-590, jun. 1996.
- STEMMER, C. E. Ferramentas de Corte II. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1995. 326 p. (Série Didática).
- SCHULTZ, H.; SCHERER, J. Gewindefräsen - ein Verfahren für kürzere Hauptzeitn. Werkstatt und Betrieb, München, v. 120, n.10, p. 867-868, out. 1987.
- SCHURER, W.; LINK, H. J. Fertigungszeit ist kurz. Bohrgewindefräsen erhöht die Oberflächenqualität und reduziert Nebenzeiten. Maschinenmarkt, Würzburg, v. 96, n. 1, p. 16-19, jan. 1990.
- RING, S.; LECHNER, G.; BAST, M. Simulation: Ermittlung der Belastung von Hartmetall-Bohrgewindefräsern. Maschinenmarkt, Würzburg, v. 101, n. 41, p. 28-38, 1995.
- KÜPPER, M. et al. Bohrgewindefräsen auf Drehmaschinen. Werkstatt und Betrieb, München, v. 131, n. 3, p. 196-199, 1998.
- SCHULTZ, H. Kinematik und Technologie des Gewindefräsenbohrens. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1994. (Darmstädter Forschungsberichte für Konstruktion und Fertigung).

# MACHINING FORCES ANALISYS IN THE THRILER PROCESS WITH TWO AND THREE CUTTING EDGES TOOLS (2,5XD) IN MAGNESIUM-ALLOY AZ91

**Walter L. Weingaertner, Prof. Dr.-Ing.**

Precision Mechanics Laboratory, Mechanical Engineering Department, Federal University of Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brazil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [wlw@emc.ufsc.br](mailto:wlw@emc.ufsc.br)

**Rolf B. Schroeter, Prof. Dr. Eng.**

Precision Mechanics Laboratory, Mechanical Engineering Department, Federal University of Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brazil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [rolf@imp.ufsc.br](mailto:rolf@imp.ufsc.br)

**Franz Tikal, Prof. Dr.-Ing.**

Produktion Techniques and Logistik Institut, University of Kassel, Fachbereich 15, Kurt Wolterstr. 3, 35125-D – Kassel – Alemanha

**Cristiano R. Schramm, Eng. Mec.**

Precision Mechanics Laboratory, Mechanical Engineering Department, Federal University of Santa Catarina, Campus Universitário – Trindade, Florianópolis/SC – Brazil, Caixa Postal 476 – EMC – 88010-970, [schramm@imp.ufsc.br](mailto:schramm@imp.ufsc.br)

***Abstract.** The tapping process is necessary to manufacturing many components in the industry. The thriller tool (Bohrgewindefräser) was developed a few years ago to decrease the production cost. This process shows many advantages in comparison to conventional tapping processes, because it needs only one cutting tool to drilling, sinking and tapping, decreasing the process time. A literature research was made to give you a better knowledge about this processes, where will be described in details many technological aspects of the process. On the application of this process in the magnesium alloys several problems occur as tool failure due to the adhesion wear and blocking of the canals. The machining forces of the process were investigated to know it behavior in the processes. With this results it is possible to obtain the causes of the tool failure problems and find the solutions for them. The feed forces values during the drilling processes are very high for this tools and the material magnesium. The tool geometry has a considering influence in the feed force value. Solutions to increase the tools life were given after the analyses of the investigating results.*

***Keywords.** thrillers, magnesium, dry machining*