

INFLUENCIA DO SOBREMETAL NOS DESVIOS GEOMÉTRICOS DE FUROS ALARGADOS

Rosemar Batista da Silva

rsilva@mecanica.ufu.br

Alcione Dos Reis

alcionedosreis@yahoo.com.br

Lucas Gonçalves Silva

lucasgonsalves.silva@hotmail.com

Resumo. O alargamento é um processo de usinagem que têm como finalidade melhorar o acabamento superficial de furos previamente usinados e também reduzir outros desvios de forma deixados pelo processo de furação, como a cilindridade, por exemplo. Este é um processo bastante utilizado principalmente na produção de blocos de motores à combustão interna, mangas de eixos de suspensão de automóveis, dentre outros. Além do tipo de ferramenta, material da peça, condições de usinagem, o sobremetal é dos fatores que também se destacam na determinação da qualidade final dos furos alargados. Neste sentido, este estudo apresenta os resultados obtidos após a operação de alargamento cilíndrico de ferro fundido vermicular com ferramentas de metal duro na condição a seco. Foram utilizados duas brocas de diâmetros 9,5mm e 9,7mm que resultaram em valores de sobremetal, 0,5 e 0,3 mm, respectivamente. Os alargadores, também de metal duro, possuem diâmetro igual a 10mm. As variáveis de saída investigadas foram os desvios geométricos (rugosidade superficial (R_a , R_y) e cilindridade) ao final do processo. Os resultados mostraram que o menor sobremetal resultou nos maiores valores de rugosidade. Já o erro de circularidade aumentou com o número de furos, e este erro ligeiramente menor quando os alargadores foram empregados após a furação com brocas de 9,7mm (menor sobremetal igual a 0,3mm).

Palavras chave: Alargamento, sobremetal, ferro fundido vermicular, rugosidade, cilindridade.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia moderna exige uma alta produção de furos com bom acabamento e precisão geométrica necessárias para a montagem de precisão. Estes requisitos geralmente não podem ser atendidos por brocas helicoidais, e assim operações subsequentes são muitas vezes exigidas para dar ao furo às características necessárias. Na prática, os furos são usinados com brocas helicoidais e o alargamento é realizado como uma segunda operação (Shunmugam e Somasundaram, 1990). A usinagem de ferro fundido vermicular ocupa uma posição de destaque dentro da indústria metal-mecânica e em peças para indústria automobilística como blocos de motores, cabeçotes, coletores e discos de freio em substituição aos tradicionais ferros fundidos apresenta como vantagem a maior resistência mecânica, resistência a choques térmicos, melhorando suas propriedades físicas e químicas, estando presente em praticamente todas as fases da manufatura de componentes nas mais diversas áreas (Costa, 2004). O processo de alargamento é uma operação de usinagem na qual uma ferramenta rotativa executa um leve corte para melhorar a precisão dimensional de um furo circular e reduzir a rugosidade da superfície do mesmo (Metals Handbook – Volume 16, 1989). Neste sentido, este estudo visa investigar a influência do sobremetal no acabamento superficial dos furos nos desvios geométricos (rugosidade (R_a , R_y) e cilindridade) na operação de alargamento de ferro fundido vermicular. Pretende-se com este trabalho fornecer dados como referência para os usuários que trabalham com esta operação em tais materiais a fim de garantir furos com melhores exatidão e diminuir os custos com refugos e/ou retrabalhos na linha de produção.

2 – METODOLOGIA

Para a realização dos testes foi utilizado um Centro de Usinagem Vertical CNC linha Discovery modelo 760 com potência do motor principal de 11 KW, rotação máxima de 10.000 rpm da marca ROMI, que pertence ao Laboratório de Ensino e Pesquisa em Usinagem LPU (UFU). As ferramentas utilizadas neste trabalho foram brocas de metal duro com os respectivos diâmetros (a) 9,5mm; (b) 9,7mm, com 2 entradas sem revestimento; e (c) alargadores com diâmetro de 10 mm H7, com seis canais, de metal duro estes sendo do tipo reto, não revestidos, do fabricante ISCAR (Fig.1). Foi empregada a forma de furação intermitente na condição a seco. Foram mantidas constantes para as duas brocas velocidade de corte e avanços, conforme descrito na Tab.(1) ambas recomendadas pelo fabricante. Os testes de pré furação foram realizados na posição vertical, sentido descendente, sem pré-furo e sem furo de centro. Os furos usinados foram não passantes, proporcionando uma relação do comprimento pelo diâmetro do furo igual a 3 ($L/D = 3$).

O material utilizado nos testes foram barras de ferro fundido vermicular (CGI), em forma de coxinhos retangulares com dimensões de 500 mm X 200 mm X 50 mm, este tipo de ferro fundido vermicular tem sido

recentemente empregado em grande escala para fabricação de motores a combustão devido à sua grande resistência mecânica se comparado aos ferros fundidos tradicionais.



Figura1 – Ferramentas utilizadas nos ensaios: (a) broca de diâmetro igual a 9,5mm; (b) broca de diâmetro igual a 9,7mm, (c) alargador de diâmetro igual a 10 mm

A Tab. (1) mostra os parâmetros de corte utilizados nos testes, de acordo com a ferramenta e o material usinado.

Tabela 1 – Parâmetros de corte utilizados nos testes

Operação	Velocidade de corte (Vc) m/min	Avanço (f) mm/rot	Profundidade do furo (mm)
Furação	70	0,25	3xD = 30
Alargamento	15	10	25

A peça foi apoiada diretamente na mesa do centro de usinagem e fixada por um conjunto de mordentes. Às variáveis de saída analisadas foram rugosidade Ra , Ry e o erro de cilindridade. O critério de parada dos testes foi o número de furos igual a 25, critério este adotado de acordo com a literatura pesquisada para execução deste trabalho que considerou este número representativo em termos de rugosidade superficial e geração dos erros de forma. Foram utilizadas ferramentas novas para cada teste. Para a medição da rugosidade, foi utilizado um rugosímetro portátil Surtronic 3+, do fabricante Taylor Hobson, modelo 112/1590, com resolução de $0,01 \mu\text{m}$ e agulha do apalpador de diamante com raio de ponta de $5 \mu\text{m}$. O *cut-off* (Lc) adotado foi de $0,80 \text{ mm}$, comprimento de medição (Ln) de $4,00 \text{ mm}$. Os desvios de cilindridade foram realizados em uma máquina de medir a três coordenadas modelo BR-M443, tipo ponte móvel, com resolução de $0,001 \text{ mm}$, utilizando-se uma ponta única de esfera de rubi com diâmetro de 2 mm , do fabricante Mitutoyo, pertencente ao Laboratório de Metrologia Dimensional da FEMEC (UFU).

3 – RESULTADOS

Nas figuras 2(a) e (b), são apresentados os valores encontrados para a rugosidade superficial Ra e Ry , em função do número de furos realizados relacionado com o sobremetal.

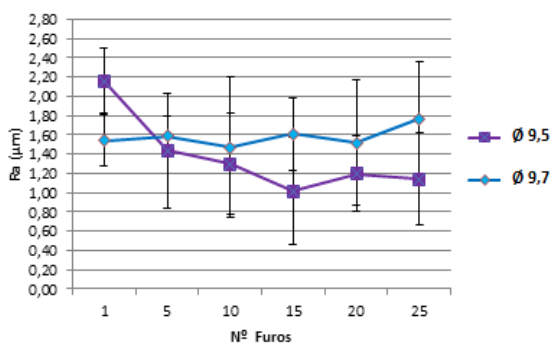


Figura 2 (a) – Valores de rugosidade superficial Ra

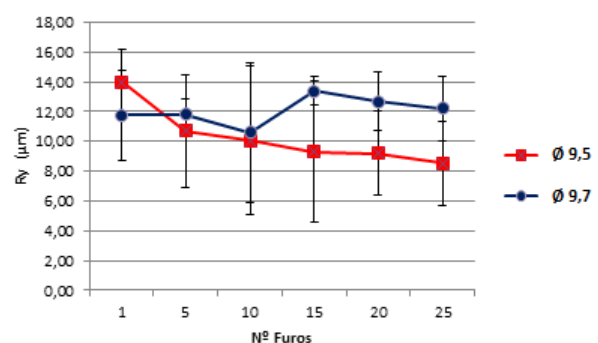


Figura 2 (b) - Valores de rugosidade superficial Ry

Verifica-se que os valores de rugosidade apresentam comportamentos distintos em relação ao sobremetal, onde os maiores valores de rugosidade foram registrados com menor sobremetal utilizado. Os valores de R_a variaram na faixa entre 1,00 e 2,20 μm . Observa-se ainda que, em geral, a rugosidade também apresenta uma leve tendência de elevação com o número de furos usinados e para o menor valor de sobremetal (para ambos os parâmetros de rugosidade) diferentemente da tendência observada para os ensaios com o maior valor de sobremetal. O mesmo ocorreu nos experimentos de Bezerra (1998) no alargamento de liga de alumínio, que observou-se que para pequenos valores de sobremetal havia o problema de se ter uma pequena quantidade de material a remover, resultando em alguns pontos da superfície com apenas um esmagamento do material, sem que houvesse um corte efetivo.

A Fig.3 apresenta os valores dos erros de cilindridade medidos nos furos prontos, após a operação de alargamento para os diferentes valores de sobremetal deixados pelas brocas de $\varnothing$ 9,5 e 9,7mm. Observa-se que os erros de cilindridade tendem a aumentar com o sobremetal e também com o número de furos usinados.

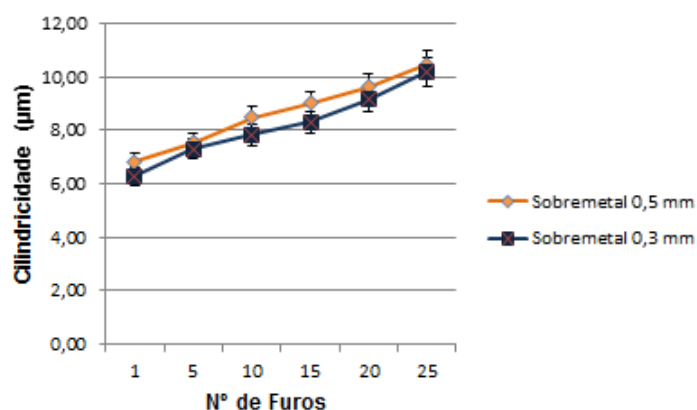


Figura 3 – Erro de forma (cilindridade) nos furos após alargamento em função do diâmetro deixado pelas brocas de diâmetro 9,5 mm (sobremetal 0,5mm) e diâmetro 9,7mm (sobremetal igual a 0,3mm).

Da Fig.3 nota-se que os erros de cilindridade (CI) são inversamente proporcionais ao sobremetal empregado, diferentemente da relação observada com a rugosidade. O maior valor de CI foi observado quando se empregou a broca de diâmetro 9,5mm (sobremetal igual a 0,5mm) no furo 25. Segundo Machado et al. (2009), estes valores podem estar relacionados com um maior valor de sobremetal, que implica em maior material a ser removido pelo alargador. Com isso, existe maior atrito com a parede do furo que por sua vez eleva a temperatura na região de corte. Este aumento da temperatura implica na variação das dimensões do furo, principalmente porque influencia na dilatação do mesmo. A geração de calor na parede do furo é um dos grandes responsáveis pelos erros de forma e dimensionais em furos. Quando se têm um maior valor de sobremetal, ocorre o aumento da profundidade de corte a ser realizada pelo alargador, o que implica em aumento dos esforços de corte, gerando vibrações, o que pode piorar os desvios de forma (Bezerra,1998).

4. Conclusões

As seguintes conclusões podem ser retiradas deste trabalho:

- Os maiores valores de rugosidade foram registrados quando se empregou a menor sobremetal utilizado (broca de diâmetro 9,7mm);
- O maior valor de sobremetal, 0,5mm, gerou os maiores valores de cilindridade em relação ao menor sobremetal.
- Os valores de sobremetal na usinagem a seco do ferro fundido vermicular foram significativos para a qualidade dos furos, os quais indicaram que os níveis selecionados afetam a qualidade final dos mesmos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFU pelo auxílio na aquisição dos insumos utilizados neste trabalho e pela bolsa de mestrado concedida a um dos autores. Agradecem ainda a CAPES PROEX. Em especial, um dos autores agradece ao CNPq pelo auxílio por meio do projeto Universal 2011, 485754/2011-8, para aquisição das ferramentas de corte e também a FAPEMIG pelo apoio financeiro recebido via projeto PPM-VII, Processo Nº: PPM-00265-13.

4. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

Bezerra, A.A., 1998, Influência dos principais parâmetros no processo de alargamento de uma liga de alumínio-silício, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 139 p.

Costa, E. S., Machado, A. R., Rosa, S. N., Souza Jr. E. A. Qualidade dos furos usinados com diferentes métodos de lubrificação e refrigeração. Revista Máquinas e Metais, São Paulo, n. 484, p. 140-161, maio 2006.

Machado, A.R.; Abrão, A.M.; Coelho, R.T.; Da Silva, M.B. Teoria da Usinagem dos Materiais, 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. 371p.

Metals Handbook – Volume 16, 1989, Machining, ninth edition, ASM International.

Shunmugam, M.S. & Somasundaram, G., 1990, “Investigations into Reaming Processes Using a Frequency-Decomposition Technique”, International Journal Prod. Res., vol. 28, nº 11, p. 2065-2074.