



INFLUÊNCIA DO RECUO DA FERRAMENTA NA FURAÇÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO UTILIZANDO O CICLO PICA-PAU

Hélio Antônio da Silva, Igor Mauro de Castro, Sebastião Gonçalves Lima Junior, Sérgio Abraão Retes Junior, Eder Silva Costa, Álisson Rocha Machado

Dentre as operações de usinagem, a furação com brocas helicoidais destaca-se por ser uma das mais utilizadas na indústria metal-mecânica (Tönshoff, 1994 e Stemmer, 1995). A importância desse processo nesse contexto industrial pode ser constatada, por exemplo, quando se observa a quantidade e a qualidade de furos que devem ser usinados durante a fabricação de blocos para motores de veículos automotivos (cerca de 75 furos para motores de 4 cilindros, dobrando este número para motores de 8 cilindros). Apesar da literatura apresentar muitas pesquisas, percebe-se que ainda existe espaço para trabalhos científicos sobre o processo de furação. O presente trabalho analisa a influência do ciclo de furação (intermitente – conhecido popularmente como “pica-pau” ou “elimina-cavaco”) na vida de brocas helicoidais de aço rápido, revestidas com multicamadas de TiN-TiAlN e diâmetro de 10 mm, durante a usinagem do ferro fundido cinzento GH-190. A Norma DIN 66025 define bem os ciclos como sequência de movimentos necessária para a operação de furação, rosqueamento, etc.

Os ensaios foram realizados em um Centro de Usinagem Vertical CNC Discovery 760. Os furos usinados foram cegos, com profundidade de 40 mm. Todos os ensaios foram constituídos de um teste e duas réplicas. A vida das brocas foi expressa em termos do número de furos usinados. Além da vida da ferramenta, foram considerados, também, como variáveis de saída o acabamento superficial e os desvios de circularidade e de cilindridade.

Os parâmetros de rugosidade Ra e Rz foram medidos no primeiro furo de cada teste e nas réplicas, em 3 pontos ao longo do comprimento de furação: na borda, no meio e no fundo do furo, considerando para análise a média de todos os valores medidos para cada condição. A circularidade foi medida em 5 planos ao longo da extensão furada, desde a borda de entrada até o fundo dos furos. Estas cinco medidas determinaram a cilindridade. Para análise foram consideradas as médias de todas as medidas feitas para cada condição de corte.

Para efeito de comparação foi realizada a furação com recuo de 3 mm e com recuo total da broca. Os parâmetros de corte utilizados nos ensaios de furação foram: número de interrupções no ciclo pica-pau iguais a 3; velocidades de corte (V_c) de 45 e 65 m/min; avanços (f) de 0,20 e 0,3 mm/rev; refrigeração a seco (S) e com jorro (J). Para determinar a influência do recuo os ensaios experimentais foram executados até que ocorresse a falha abrupta da broca. Os experimentos foram baseados em um planejamento fatorial fracionário 2^{4-1} , sendo os efeitos e níveis de significância das variáveis determinados pelo programa Statistica® 7.0, conforme os dados apresentados na Tab. 1

Tabela 1: Principais efeitos.

	Efeitos	P
Recuo: 3→Total	39,74	0,33
Veloc. Corte: 45→65	-63,91	0,16
Avanço: 0,2→0,3	-24,41	0,53
Refrigeração: Seco→Jorro	53,91	0,22

Pelos resultados da Tabela 1, a usinagem com o recuo total aumentou a vida das brocas, em média, 39,7 furos, o que pode ser atribuído à maior facilidade de remoção dos cavacos e diminuição da temperatura de usinagem, devido à retração total da broca até a superfície do material em usinagem. Quando a velocidade foi aumentada para 65 m/min a vida das brocas diminuiu, em média, 63,9 furos, devido maior geração de calor, provocando dessa forma o aumento da temperatura. O aumento do avanço para 0,3 mm/rev. diminuiu a vida das brocas, em

média, 24,4 furos por aumentar a área de contato cavaco-ferramenta e, conseqüentemente, a força de usinagem e a geração de calor e o desgaste da ferramenta. Com o uso de jorro, ao invés do corte a seco, houve o aumento da vida das brocas, em média de 53,9 furos. Este fato pode ser atribuído à diminuição da temperatura e à remoção dos cavacos das imediações do furo que esta condição de corte promove. A Tabela 1 ainda indica que nenhuma variável foi significativa para uma confiabilidade de 95% devida à ocorrência de maior flutuação dos dados entre testes e réplicas, porém destaca-se o peso da velocidade de corte na vida das ferramentas.

A Fig. 1 apresenta o gráfico de tendência da influência do recuo da broca, indicando, que quando esta variável foi modificada de 3 mm para total, a média do número de furos aumentou conforme visto na Tab. 1.

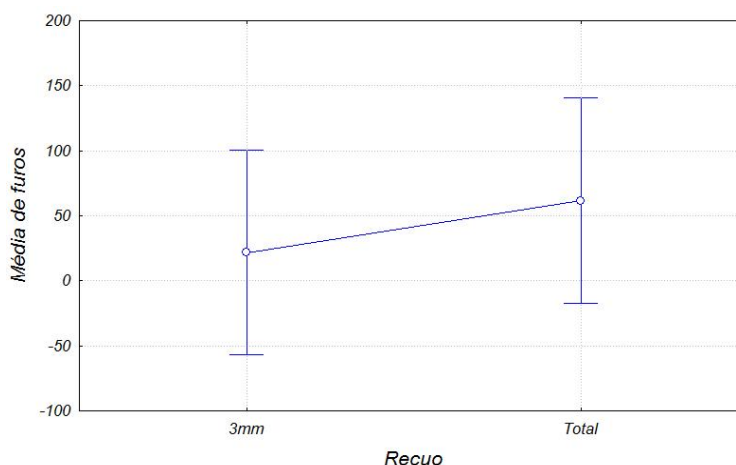


Figura 1: Influência das variáveis sobre a média de furos executados.

A Tabela 2 mostra o quadro com os dados da ANOVA para rugosidade e erros de forma, medidos no primeiro furo de cada teste e réplicas.

Tabela 2 – ANOVA para rugosidade e erros de forma.

	Ra		Rz		Circularidade		Cilindricidade	
	Efeito	P	Efeito	P	Efeito	P	Efeito	P
Recuo	0,12	0,88	-0,54	0,86	3,83	0,43	5,03	0,43
Velocidade de corte	-0,05	0,95	0,60	0,84	8,04	0,15	10,66	0,15
Avanço	0,31	0,72	-0,74	0,81	-5,79	0,26	-8,64	0,22
Seco x jorro	-0,56	0,52	-1,88	0,54	-7,63	0,17	-9,88	0,18

De acordo com os dados apresentados na tabela 2, nenhuma variável se mostrou estatisticamente influente na rugosidade e nos erros de formas, para uma confiabilidade de 95%, mas pelos gráficos que o programa Estatística solta, quando o recuo passa de 3mm para total Ra tende a aumentar, Rz tende a diminuir, a circularidade e cilindridade tendem também a diminuir. Com os resultados obtidos, pode-se conhecer em mais detalhes o comportamento do ciclo de furação, para quando necessário for, implementar melhorias no processo de furação das peças de ferro fundido cinzento produzidas em escala industrial.

REFERÊNCIAS

- DEUTTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 66025**: Industrial Automation Numerical control of machines. Berlin, 1988.
- DEUTTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 66025**: Program format, preparatory and miscellaneous functions. Berlin, 1988.
- STEMMER, C. E. **Ferramentas de Corte I e Ferramentas de Corte II**, Ed. da UFSC, 1995. p. 249-314.
- TÖNSHOFF, H. K.; SPINTING, W.; KÖNIG, W.; NEISES, A. **Machining of Holes - Developments in Drilling Technology**, Annals of CIRP, Vol. 43, 1994. pp 551-561.