
Usinagem I

2016.1

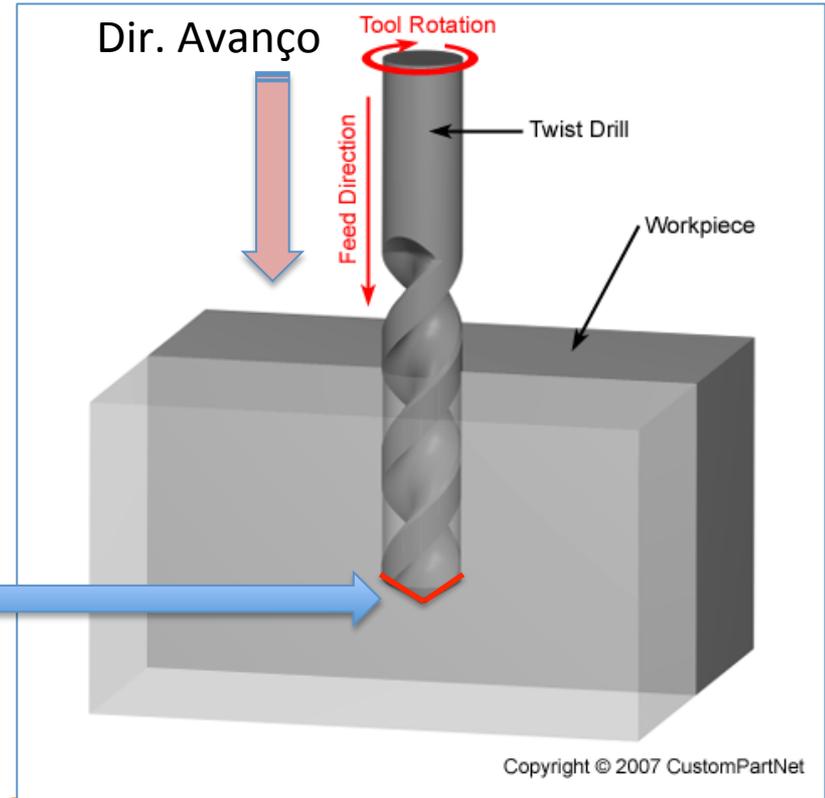
Parte I – Aula 3

Furação

Ferramentas Multicortante

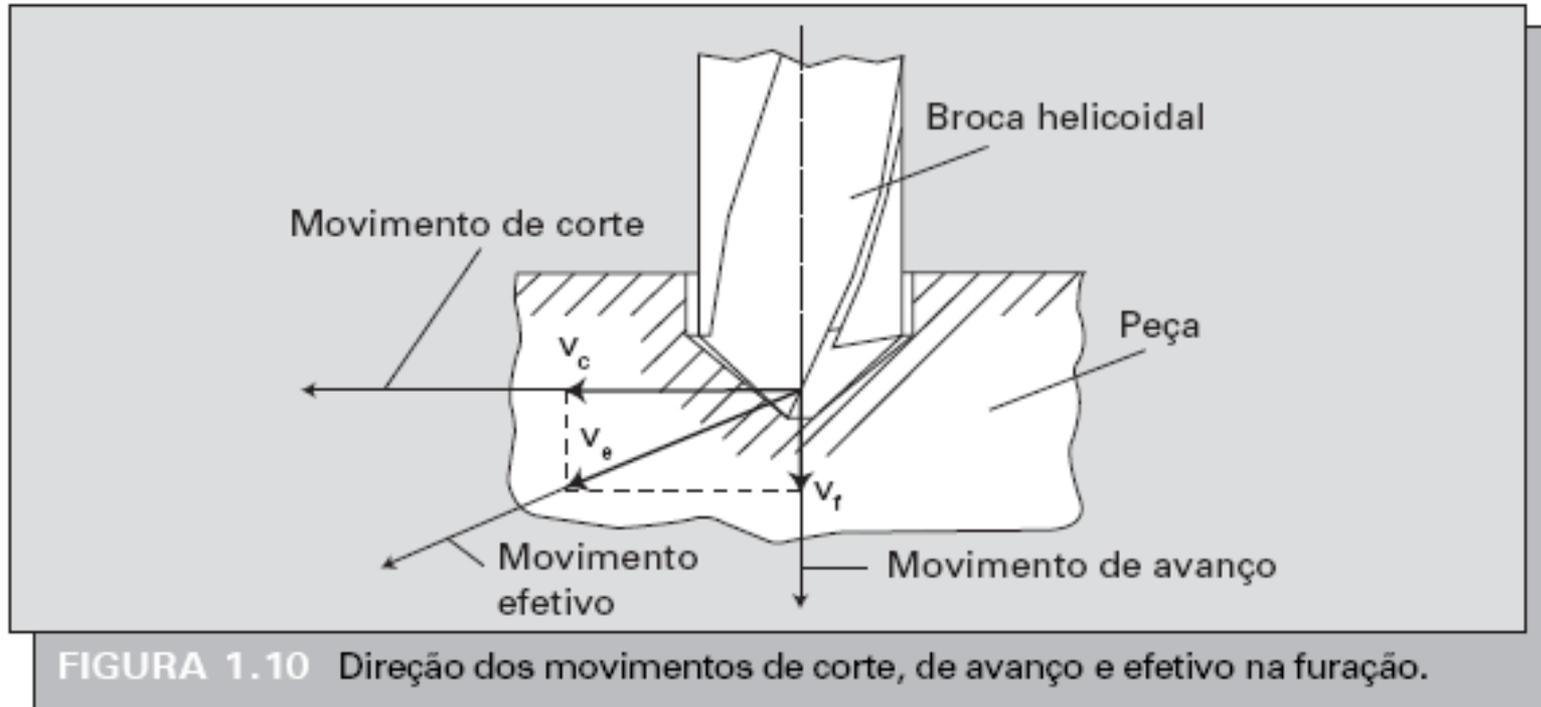


Aresta de Corte



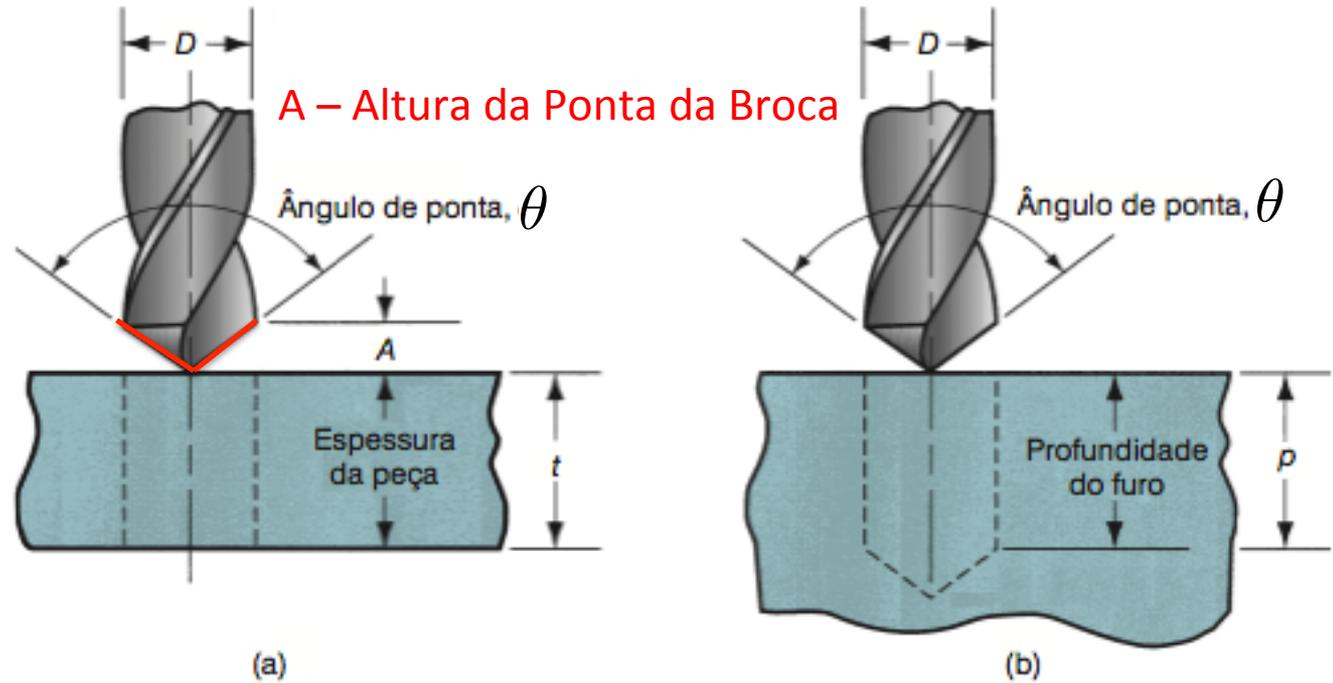
- Movimento de Corte / Direção de Corte
- Movimento de Avanço / Direção de Avanço
- Movimento Efetivo de Corte / Direção Efetiva de Corte

Direções de Corte e Avanço



Teoria da Usinagem dos Materiais – 2ª edição – Machado / Abrão / Coelho / Silva

Furação



A – Altura da Ponta da Broca

Ângulo de ponta, θ

Ângulo de ponta, θ

Espessura da peça

Profundidade do furo

(a)

(b)

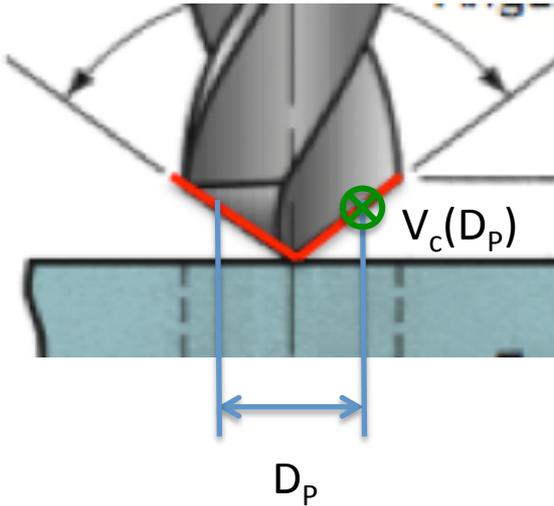
Furo Passante

Furo Cego

FIGURA 16.13 Dois tipos de furos: (a) furo passante e (b) furo cego. (Crédito: *Fundamentals of Modern Manufacturing*, 4ª Edição por Mikell P. Groover, 2010. Reimpresso com permissão de John Wiley & Sons, Inc.)

Parâmetros de Corte na Furação

Quadro

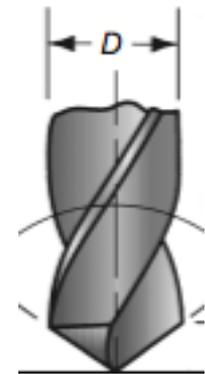


$$V_c(m/min)(D_P) = \frac{\pi \cdot N \cdot D_P}{1000}$$

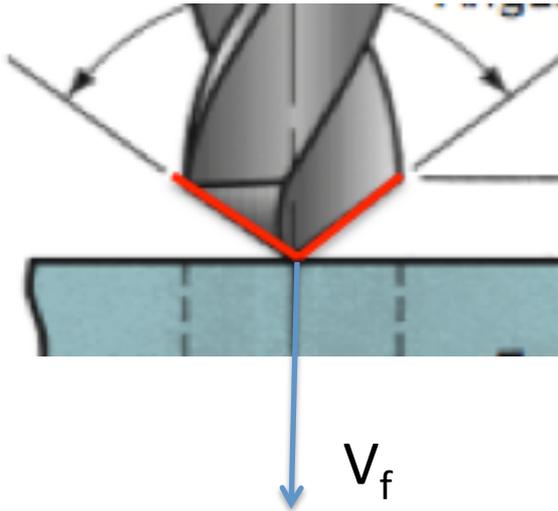
$$V_{cmax}(m/min) = \frac{\pi \cdot N \cdot D}{1000}$$

Rotação da Ferramenta (N)

$$N = \frac{1000 \cdot V_c(m/min)}{\pi D(mm)}$$



Parâmetros de Corte na Furação



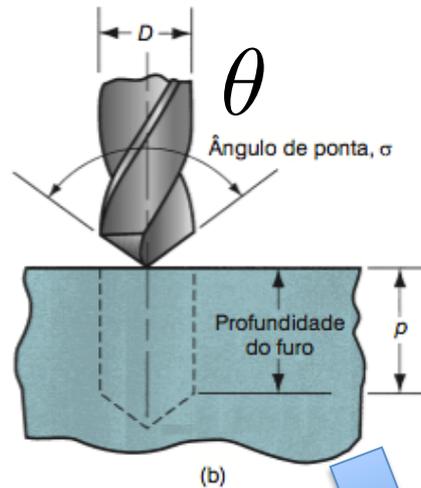
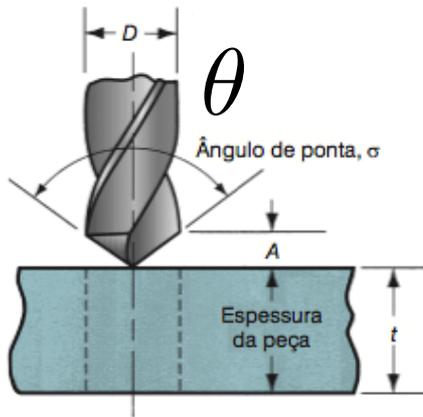
$$V_f (\text{mm}/\text{min}) = N (\text{rpm}) \cdot f (\text{mm}/\text{rot})$$

$$f (\text{mm}/\text{rot}) = 2 \cdot f_t (\text{mm}/\text{aresta})$$

f_t ou f_z

$$V_f = 2 \cdot N \cdot f_t (\text{mm}/\text{aresta})$$

Tempo de Usinagem - Furação



$$A = \frac{1}{2} D \tan \left(90 - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$\Delta t_u (\text{min}) = \frac{t + A}{V_f}$$

$$\Delta t_u (\text{min}) = \frac{p + A}{V_f}$$

Taxa de Remoção de Cavaco

$$Q_{RM} = 2 \cdot Area \cdot V_c(D_p)$$

$$Q_{RM} = 2 \cdot a_p \cdot f_t \cdot \bar{V}_c$$

$$Q_{RM} = \frac{D}{2} \cdot f_{rot} \cdot \bar{V}_c$$

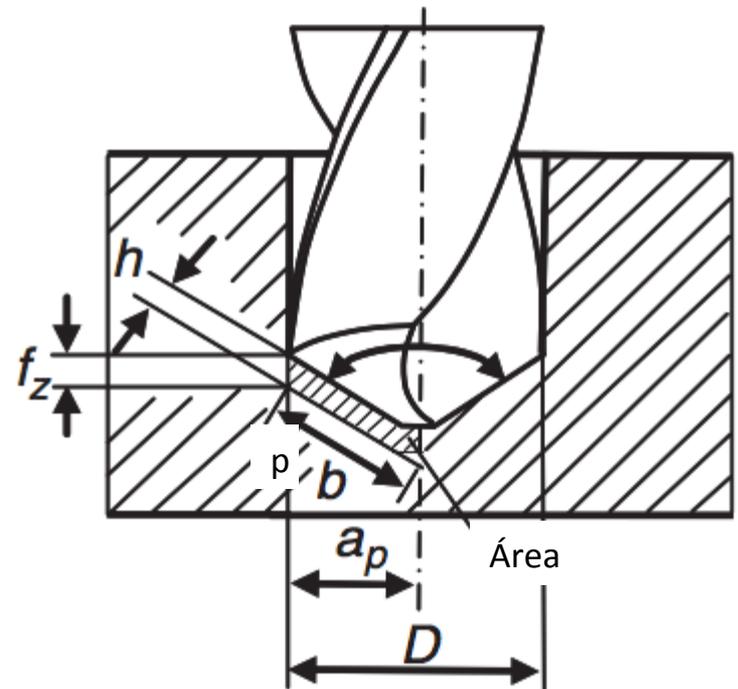
$$Q_{RM} = \frac{D}{2} \cdot f_{rot} \cdot \frac{\pi \cdot N \cdot D}{2}$$

$$Q_{RM} = \frac{\pi D^2 V_f}{4}$$

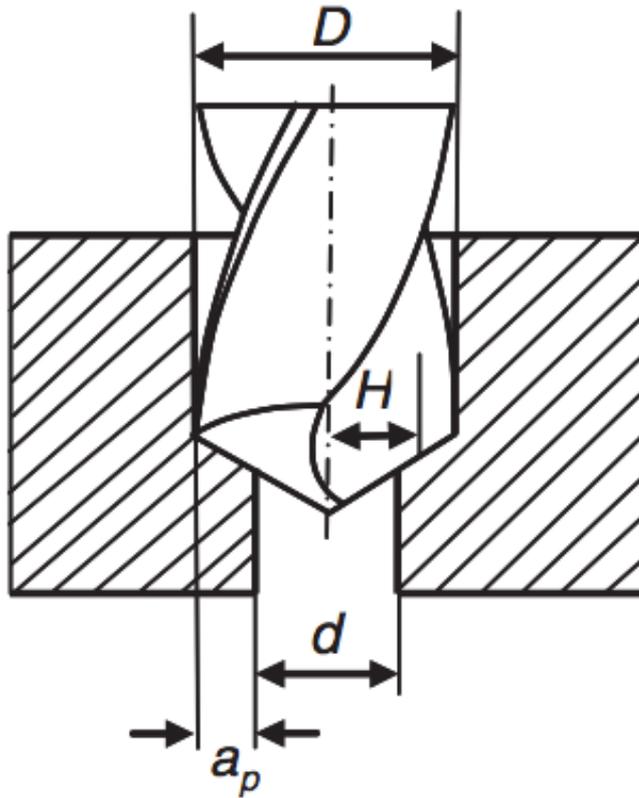
Deduzir.....

$$Q_{RM} = 2 \cdot \int_0^{D/2} V_c(D_p) \cdot f_t \cdot da_p$$

$$a_p \cong D/2$$



Furação com pré-furação

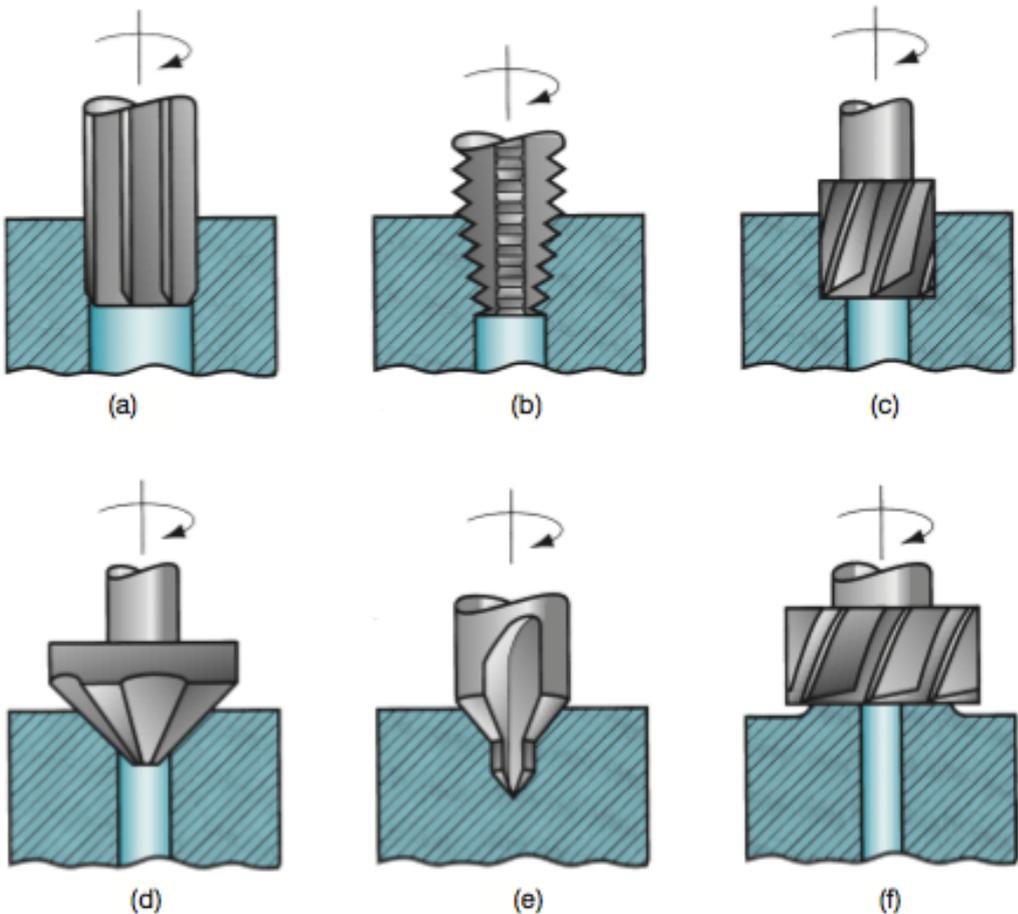


$$Q_{RM} = 2 \cdot a_p \cdot f_t \cdot \bar{V}_c$$

$$a_p = \frac{(D - d)}{2}$$

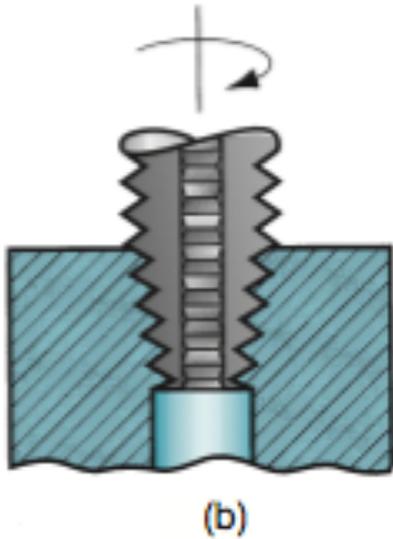
$$Q_{RM} = \frac{(D - d)}{2} \cdot f_{rot} \cdot \bar{V}_c$$

Processos com Cinemática Semelhante



- (a) **Alargamento.** O alargamento é usado para aumentar levemente o diâmetro do furo e fornecer uma tolerância mais apertada e melhorar o acabamento da superfície. A ferramenta é chamada de **alargador** e apresenta geralmente arestas retas, sem ângulo de hélice.
- (b) **Rosqueamento com macho.** Esta operação é realizada com uma ferramenta chamada de **macho** que é utilizada para usinar roscas internas em um furo.
- (c) **Rebaixamento.** Esta operação realiza um furo escalonado, ou seja, um diâmetro maior é realizado na parte do furo realizado previamente. É usado, por exemplo, para fazer um rebaixo para posicionar a cabeça de um parafuso de tal forma que ele não fique exposto na superfície da peça. A ferramenta é chamada de **rebaixador** que pode realizar o rebaixamento da furação escalonada ou o rebaixamento.
- (d) **Escareamento ou Rebaixamento cônico.** De forma similar à furação escalonada, esta operação realiza um rebaixo no furo pré-usinado. Nesta operação, o rebaixo tem a forma de cone e é usado para posicionar parafusos com cabeça chata, por exemplo. A ferramenta cônica utilizada é chamada de **escareador**.
- (e) **Furação de centro.** Esta operação realiza um furo inicial para dar maior precisão da localização da furação subsequente, ou seja realizar uma centragem para o próximo furo. A ferramenta é chamada de **broca de centro**.
- (f) **Rebaixamento de faces.** O rebaixamento de faces, ou ressaltos, é uma operação similar ao fresamento. O **rebaixador** é utilizado para usinar uma superfície plana em uma área específica da peça usinada.

Parâmetros de Corte – Rosqueamento Interno com Macho



$$N = \frac{1000 \cdot V_c (m/min)}{\pi D (mm)}$$

$$V_f (mm/min) = N (rpm) \cdot f (mm/rot)$$



Passo da rosca

Qual a velocidade de retorno da ferramenta?

Exercícios

Uma operação de furação é realizada com uma broca de 15 mm de diâmetro e 120° de ângulo de ponta em uma peça de aço.

O furo é cego e tem profundidade de 60 mm.

A velocidade de corte é de 25 m/min, e o avanço é 0,3 mm/rot.

Determine:

- (a) A velocidade de rotação da broca (rpm)
- (b) A função de variação da velocidade de corte ao longo da aresta de corte
- (c) A velocidade de avanço (mm/min)
- (d) A altura da ponta da broca (mm)
- (e) O tempo de corte para completar a operação de furação (min)
- (f) A taxa de remoção de material durante a operação, depois da entrada da ponta da broca (mm^3/min)
- (g) A taxa de remoção de material quando metade da ponta está usinando o material

Condições de Corte - Fabricante

Uma operação de furação é realizada com uma broca do fabricante 4 de 8 mm de diâmetro e 140° de ângulo de ponta em uma peça de Alumínio Fundido.

O furo é cego e tem profundidade de 20 mm.

- Qual a velocidade de rotação recomendada?
- Qual o tempo de usinagem do furo?
- Qual a taxa de remoção (quando a ponta já está completamente no material)?

Fabricante 4

CAO-GDXL Condições de Furação Recomendada Recommended Drilling Condition **15D • 20D** For 15D, 20D

Material a ser Usinado WORK MATERIAL	Alumínio Fundido Ligas de Alumínio Fundido ALUMINUM DIE CASTINGS ALUMINUM ALLOY CASTINGS ADC, AC		Alumínio ALUMINUM A20, A70		Alumínio ALUMINUM A50, A60		Ligas de Cobre COPPER ALLOYS C1020, C1100		Ligas de Cobre COPPER ALLOYS CrCu, Bronze	
Refrigeração COOLANT	Usar refrigeração solúvel em água Use water soluble									
Veloc. de Furação DRILLING SPEED	80 - 200 m/min		60 - 120 m/min		80 - 200 m/min		80 - 200 m/min		60 - 120 m/min	
Ø da Broca DRILL DIA. (mm)	Velocidade SPEED (min ⁻¹)	Avanço FEED (mm/rev)	Velocidade SPEED (min ⁻¹)	Avanço FEED (mm/rev)	Velocidade SPEED (min ⁻¹)	Avanço FEED (mm/rev)	Velocidade SPEED (min ⁻¹)	Avanço FEED (mm/rev)	Velocidade SPEED (min ⁻¹)	Avanço FEED (mm/rev)
3	12,800	0.09 - 0.15	10,700	0.09 - 0.15	12,800	0.06 - 0.12	12,800	0.06 - 0.12	10,700	0.05 - 0.09
4	9,600	0.12 - 0.2	8,000	0.12 - 0.2	9,600	0.08 - 0.16	9,600	0.08 - 0.16	8,000	0.06 - 0.1
5	7,700	0.15 - 0.25	6,400	0.15 - 0.25	7,700	0.1 - 0.2	7,700	0.1 - 0.2	6,400	0.06 - 0.1
6	6,400	0.18 - 0.3	5,400	0.18 - 0.3	6,400	0.12 - 0.2	6,400	0.12 - 0.2	5,400	0.06 - 0.1
8	4,800	0.2 - 0.4	4,000	0.2 - 0.4	4,800	0.12 - 0.25	4,800	0.12 - 0.25	4,000	0.08 - 0.15
10	3,900	0.25 - 0.5	3,200	0.25 - 0.5	3,900	0.15 - 0.25	3,900	0.15 - 0.25	3,200	0.08 - 0.15

Exercícios

Uma operação de furação é realizada com uma broca de 8 mm de diâmetro e em seguida uma nova furação de 15mm em uma peça de aço.

Ambas com 120° de ângulo de ponta.

O furo é cego e tem profundidade de 60 mm.

A velocidade de corte é de 25 m/min, e o avanço é 0,3 mm/rot nos dois processos.

Determine:

- (a) A rotação da broca para a pré-furação (rpm)
- (b) A altura da ponta da broca na pré-furação (mm)
- (c) O tempo de corte para completar a operação de furação (min)
- (d) A taxa de remoção de material durante a segunda operação, depois da entrada da ponta da broca (mm^3/min)