

Fresando pelo processo Fellows

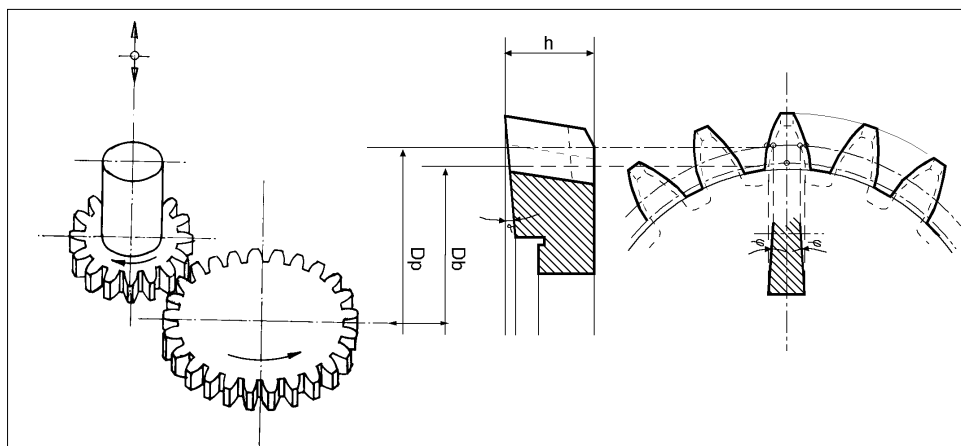
Na aula passada, você aprendeu como fresar segundo um processo especial, o Renânia. Nesta aula, você vai ver outro processo especial de fresagem, o processo Fellows, que é utilizado na indústria mecânica, principalmente em empresas fabricantes de máquinas, por permitir a construção de engrenagens externas e internas helicoidais com rapidez e exatidão.

Estude bem e, se necessário, recorra a aulas passadas para rever conceitos já aprendidos.

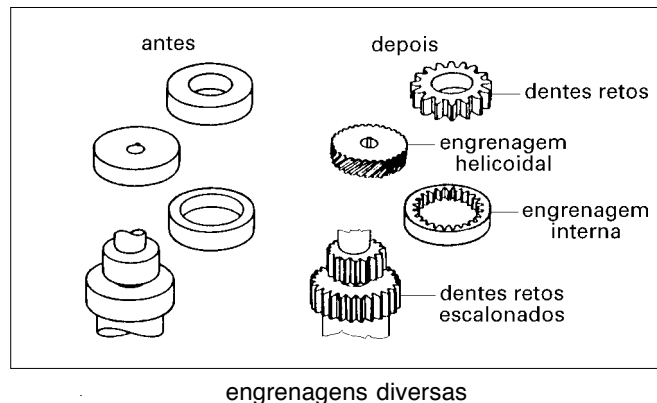
O processo Fellows

Nossa aula

Veja abaixo a figura de uma fresa Fellows usinando uma peça. Como você pode perceber, trata-se de uma fresa muito parecida com uma engrenagem cilíndrica com dentes retos. A diferença é que a fresa Fellows apresenta em seus dentes uma cunha de corte que faz a usinagem do material.



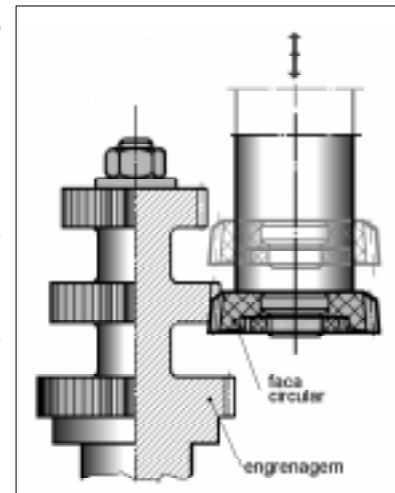
O aspecto construtivo da fresa mais os movimentos que ela executa constituem uma das vantagens do processo Fellows de fresagem. São eles que permitem fresar engrenagens com dentes escalonados em um mesmo eixo e em grande escala de produção. Veja, a seguir, alguns tipos de engrenagens produzidas pelo processo Fellows.



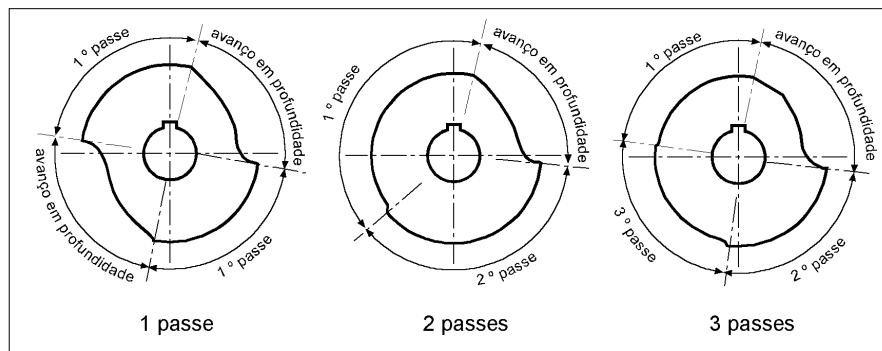
Um dos movimentos da fresa é o de rotação, que é dado pelo cabeçote onde ela se encontra fixada. Além desse movimento, a fresa Fellows executa também um movimento alternado de sobe e desce, o qual é dado por um sistema de alavancas que trabalham em sincronia com o movimento da mesa. Trata-se de um movimento semelhante ao movimento do torpedo da plaina vertical, que você já conhece. É o movimento de sobe e desce da fresa que executa a fresagem propriamente dita do material.

Ainda há um terceiro movimento efetuado pela fresa, o qual é dado pelo movimento horizontal do cabeçote porta-fresa. Trata-se de um movimento responsável pela penetração gradativa da fresa no blanque.

A penetração aumenta gradativamente graças a um came que se liga ao cabeçote. Este excêntrico funciona como o comando de válvulas de um automóvel. Quando sua parte mais distante do centro do eixo está em contato com a válvula, esta se abre. Caso contrário, isto é, quando a parte mais próxima do eixo está em contato com a válvula, esta se fecha.



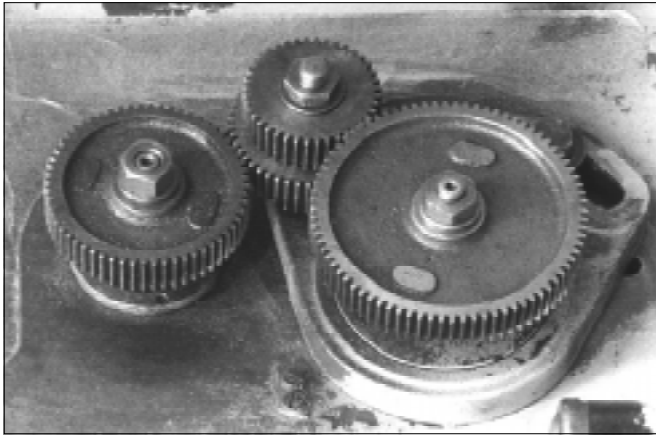
O mesmo ocorre com o cabeçote porta-fresa. Quando a parte mais distante do centro do eixo está em contato com a mesa, maior é a profundidade de corte, isto é, mais a fresa penetra no blanque. Inversamente, quando a parte mais próxima do centro do eixo estiver em contato com a mesa, menor será a profundidade de corte da fresa.



detalhe do came

Assim, como já dissemos, são os movimentos da fresa Fellows mais seu aspecto construtivo que fazem do processo Fellows um processo especial de fresagem.

Mas não é só a fresa que executa movimentos diferenciados com relação a outros processos de fresagem. Também a mesa executa movimentos específicos como o movimento de rotação, graças a uma grade de engrenagens que faz a função do cabeçote divisor, tal como ocorre no processo Renânia. Veja a figura.



grade de engrenagens

A mesa executa também um movimento horizontal. O movimento horizontal da mesa faz com que durante o processo de usinagem ela seja aproximada da fresa no momento de descida desta e afastada dela no momento de subida. Em outras palavras, não há contato entre peça e ferramenta no momento de subida desta. Não havendo este contato, não há o risco de a aresta da cunha de corte se quebrar e, com isso, provocar danos à superfície da peça.

Assim, o contato entre peça e ferramenta não ocorre porque mesa e fresa trabalham sincronizadas. A sincronia de movimentos entre mesa e ferramenta é o que caracteriza processos especiais de fresagem como o processo Fellows e lhe confere vantagens não encontradas nos processos convencionais de fresagem.

Agora que você entendeu como funciona o processo Fellows de fresagem, podemos ver como usinar por este processo.

Usinando pelo processo Fellows

Vamos supor que você recebe a tarefa de fresar uma engrenagem de dentes retos, em que:

$$Z = 45$$

$$M = 2,5$$

$$\text{ângulo de pressão } (\alpha) = 20^\circ$$

$$\text{largura do blaque } (b) = 20 \text{ mm}$$

Por onde começar?

- Escolha a fresa.

Observação: Pode-se escolher entre dois tipos de fresa. Veja a tabela a seguir.

MÓDULO		1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4
Cortador Ø 3"	Número de dentes	76	61	51	43	38	34	30	28	25	23	22	20	19
Cortador Ø 4"	Número de dentes	100	80	66	58	50	44	40	36	33	31	29	27	25

Assim, tem-se a possibilidade de escolher entre a fresa A e B:

fresa A
 $\varnothing = 3''$
 $M = 2,5$
 $Z = 30$

fresa B
 $\varnothing = 4''$
 $M = 2,5$
 $Z = 40$

No nosso caso vamos utilizar a fresa B.

- Fixe o blanque à mesa. Utilize um mandril apropriado.
- Fixe o cortador no eixo-árvore, por meio de um mandril apropriado.
- Monte a grade divisória. Para isso, utilize a tabela do fabricante ou calcule as engrenagens que irão compor a grade.

Dica tecnológica

O cálculo da grade de engrenagens é feito por meio da fórmula:

$$\frac{Z}{Z_n} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

em que:

Z = número de dentes da engrenagem

Z_n = número de dentes da fresa

A = engrenagem motriz

B, C = engrenagens intermediárias

D = engrenagem conduzida

No nosso caso, escolhemos trabalhar com a tabela do fabricante. Veja detalhe.

Z	A	B	C	D
44	44	Zn	60	60
45	45	Zn	60	60
46	46	Zn	60	60

Assim, temos que:

$A = 45$ $C = 60$

$B = 40$ $D = 60$

- Determine a altura do dente. Para isso, utilize a fórmula:
 $h = 2,25 \times M$ em que:

h = profundidade do dente

M = módulo

$2,25$ = constante, considerando-se a folga de engrenamento

Dica tecnológica

Você aprendeu que a altura do dente é dada pela fórmula: $h = 2,166 \times M$. Mas na fresagem pelo sistema Fellows, é necessário aumentar essa altura de 2,22 a $2,25 \times M$. O valor 2,25 é o mais usado.

Substituindo vem:

$$h = 2,25 \times 2,5$$

$$h = 5,625$$

Com este resultado, tem-se que a altura do dente é igual a 5,625.

- Regule o curso de subida e descida da ferramenta. Este deve ser de 2 a 3 mm maior que a largura do dente.
- Determine o número de golpes da ferramenta. Para isto, utilize tabela do fabricante. No nosso caso, este número é de 436 golpes/min, conforme detalhe de tabela.

largura da engrenagem	curso de subida e descida da ferramenta	velocidade de corte em m/ min.									
		10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	
		número teórico de golpes p/ min.									
16	19		210	268	335	413	530	670			
18	21			242	303	374	478	605			
20	23			222	275	341	436	655	690		
22	26			196	245	302	386	490	612		
24	28				227	280	358	455	570		

- Monte o came. Para isso, considere o grau de usinagem exigido no desenho. No nosso caso, a usinagem será feita em um só passe.
- Tangencie o blanque com a fresa. Para isso:
 - a) posicione o came em seu ponto mais alto;
 - b) zere o anel graduado do cabeçote porta-fresa;
 - c) gire manualmente o came até que a fresa se afaste da peça em todo o curso dele;
 - d) posicione o came em seu ponto mais baixo.
- Use a engrenagem.

