

Realizando cálculos para o aparelho divisor(III)

A fresagem helicoidal é empregada na fresagem de ranhuras de peças como brocas, alargadores, machos e engrenagens helicoidais.

Vamos supor, então, que você vai concorrer a uma vaga de fresador. No teste, pede-se que você calcule as engrenagens auxiliares para montar o aparelho divisor a fim de fresar uma ranhura helicoidal.

Você estaria preparado para concorrer a essa vaga? Se não estiver, estude com atenção esta aula. Nós vamos lhe mostrar o “pulo do gato”.

O problema


Elementos da linha helicoidal

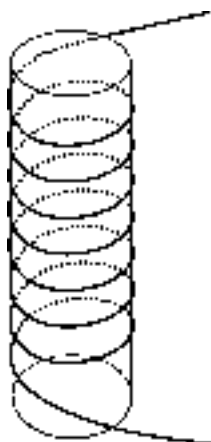
Para quem “é do ramo”, a palavra helicoidal não apresenta nenhuma dificuldade.

Porém, se você está “chegando agora”, vamos iniciar nossa aula explicando o significado da palavra *helicoidal*. Para isso, fomos ao dicionário e encontramos o seguinte verbete:

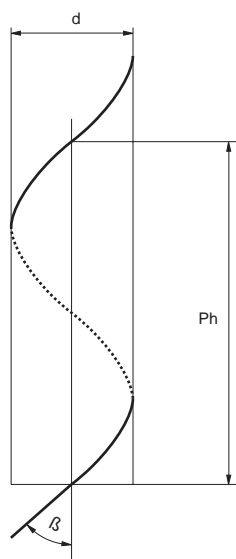
Se você enrolar um barbante em torno de um pedaço de cabo de vassoura, a linha – formada pelo barbante, enrolado em torno do cilindro, formado pelo cabo de vassoura – tem uma forma **helicoidal**.

Nossa aula

 Helicoidal é o que tem a forma de hélice ou é semelhante a uma hélice.



Essa linha helicoidal tem elementos importantes para o nosso cálculo. Eles são: o ângulo de inclinação da hélice (β) e o passo da hélice (Ph), mostrados no desenho a seguir.



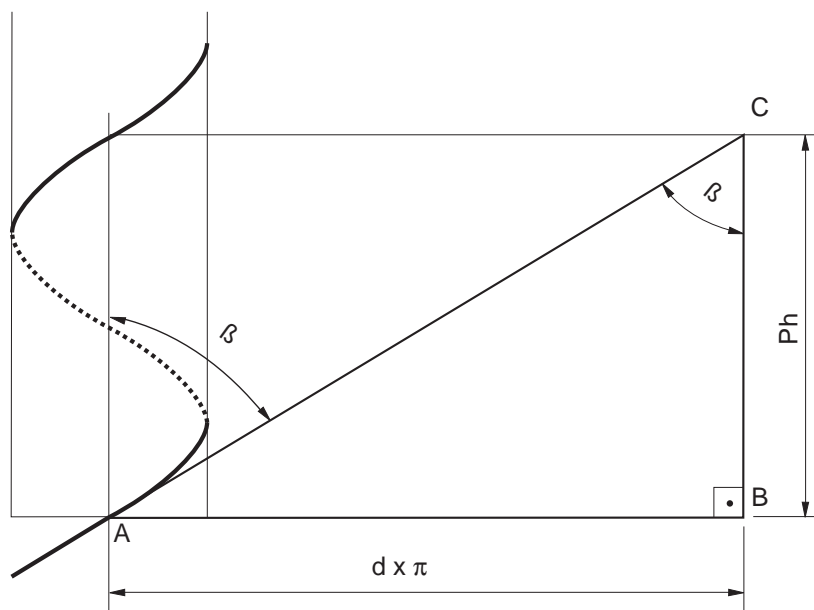
Nessa figura você também vê a indicação do diâmetro do cilindro imaginário, em torno do qual a linha helicoidal está desenhada. Essa medida também é importante para o nosso cálculo.

Cálculo do passo da hélice

Para saber que engrenagens auxiliares você vai usar, a primeira coisa a fazer é calcular o **passo da hélice** (Ph).

Voltando ao problema do nosso teste, vamos apresentar os dados. Como você deve se lembrar, no seu teste você vai ter de calcular as engrenagens auxiliares a serem montadas no aparelho divisor. Você precisará fazer isso para fresar uma peça cilíndrica com 35,84 mm de diâmetro e com uma ranhura helicoidal cujo ângulo de inclinação da hélice é de 15° .

Nós já estudamos que, para encontrar medidas desconhecidas, você usa as relações entre as medidas disponíveis de um triângulo retângulo. Assim, sua primeira tarefa é construir um triângulo retângulo no desenho.



A análise das medidas disponíveis nos dará o tipo de relação que servirá para descobrir a medida desconhecida. Nesta figura, você tem o ângulo de inclinação da hélice ($\beta = 15^\circ$) e o cateto adjacente, que pode ser calculado.

Essa pista nos leva à relação trigonométrica tangente, ou seja:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\text{co}}{\text{ca}}$$

Nela, $\text{ca} = Ph$, ou seja, a medida que procuramos, e $\text{co} = d \cdot p$, ou seja, a medida do cateto oposto, e que corresponde ao perímetro do cilindro em torno do qual está a linha helicoidal. Substituindo:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d \cdot \pi}{Ph}$$

$$\text{Assim, } Ph = \frac{d \cdot \pi}{\operatorname{tg} \beta}$$

Substituindo os valores:

$$Ph = \frac{35,84 \cdot 3,14}{\operatorname{tg} 15^\circ}$$

$$Ph = \frac{112,53}{0,2679(\text{tabela})}$$

$$Ph \cong 420 \text{ mm}$$

Portanto, o passo da hélice desta peça é $\cong 420 \text{ mm}$

Dica

Para a construção de uma engrenagem de dentes helicoidais, o diâmetro usado para o cálculo do passo da hélice é o **diâmetro primitivo** dessa engrenagem.

Tente você também

O cálculo do passo da hélice é imprescindível para a execução do cálculo que vamos aprender nesta aula. Portanto, antes de começar, vamos treinar um pouco esta etapa do cálculo.

Exercício 1

Calcule o passo da hélice para fresar uma engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais cujo diâmetro primitivo é 60 mm e o ângulo de inclinação da hélice é de 20° .

Solução:

Dados:

$$dp = 60$$

$$b = 20^\circ$$

$$Ph = ?$$

$$Ph = \frac{dp \cdot \pi}{\operatorname{tg} \beta}$$

$$Ph = \frac{60 \cdot 3,14}{\operatorname{tg} 20^\circ}$$

$$Ph =$$

Exercício 2

Calcule o passo da hélice para fresar uma ranhura helicoidal cujo diâmetro do cilindro é 65 mm e o ângulo de inclinação da hélice é de 45° .

Solução:

Dados:

$$d = 65$$

$$b = 45^\circ$$

$$Ph = ?$$

$$Ph = \frac{dp \cdot \pi}{\operatorname{tg} \beta}$$

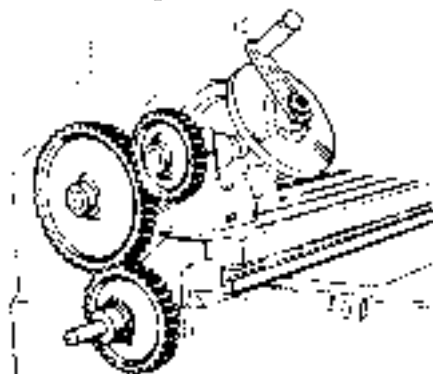
$$Ph =$$

Cálculo das engrenagens auxiliares para o aparelho divisor

Para calcular as engrenagens auxiliares para o aparelho divisor, você tem de aplicar a seguinte fórmula:

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{Pf \cdot C}{Ph}$$

Em que **Z_{mot}** é uma das engrenagens motoras que deve ser montada no fuso da mesa da fresadora; **Z_{mov}** é uma das engrenagens movidas que deve ser montada no eixo do disco divisor; **Pf** é o passo do fuso da mesa; **C** é o número de dentes da coroa e **Ph** é o passo da hélice.



Agora, além dos dados que você já tem, é necessário conhecer o passo do fuso da mesa da fresadora ($P_f = 6 \text{ mm}$) e o número de dentes da coroa ($C = 40$).

Retomando:

$$\begin{aligned} Z_{\text{mot}} &= ? \\ Z_{\text{mov}} &= ? \\ P_f &= 6 \text{ mm} \\ C &= 40 \\ P_h &\cong 420 \text{ mm} \end{aligned}$$

Substituindo os valores na fórmula:

$$\begin{aligned} \frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} &= \frac{6 \cdot 40}{420} \\ \frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} &= \frac{240}{420} \end{aligned}$$

Esse resultado, como já se sabe, significa que você precisa de uma engrenagem motora de 240 dentes e uma engrenagem movida de 420. O problema é que não existem engrenagens com esses números de dentes no jogo de engrenagens auxiliares do aparelho divisor.

Recordar é aprender

Veja novamente os números de dentes do jogo de engrenagens auxiliares da nossa fresadora: 24 (2 engrenagens), 28, 32, 36, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 84, 86, 96 e 100.

Mais uma vez, por tentativa e erro, você terá de trabalhar a fração até conseguir números de dentes que existam no conjunto de engrenagens auxiliares.

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{240 \div 10}{420 \div 10} = \frac{24 \div 2}{42 \div 2} = \frac{12}{21}$$

Desmembrando:

$$\frac{12}{21} = \frac{2 \cdot 6}{3 \cdot 7}$$

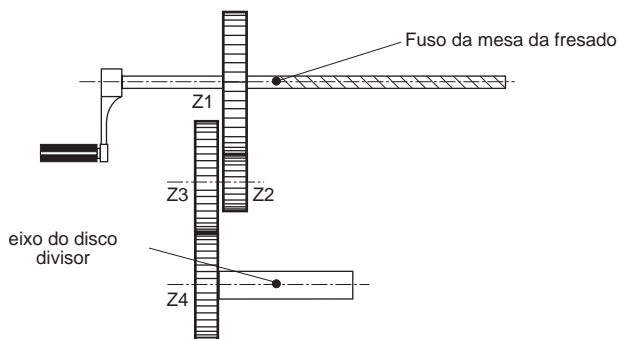
$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{2 \cdot 12}{3 \cdot 12} = \frac{24(Z_1 \text{ mot})}{36(Z_2 \text{ mov})}$$

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{6 \cdot 8}{7 \cdot 8} = \frac{48 (Z_3 \text{ mot})}{56 (Z_4 \text{ mov})}$$

Esse resultado significa que você terá de usar quatro engrenagens: $Z_1 = 24$ dentes, $Z_2 = 36$ dentes, $Z_3 = 48$ dentes e $Z_4 = 56$ dentes.

Dica

Quando temos 4 engrenagens auxiliares (Z1, Z2, Z3 e Z4), a engrenagem Z1 é montada no fuso da mesa da fresadora e a engrenagem Z4 é montada no eixo do disco do aparelho divisor. As engrenagens Z2 e Z3 são montadas em um mesmo eixo, conforme mostra a ilustração a seguir.

**Dica**

Dependendo do sentido da hélice, é necessário colocar uma engrenagem intermediária com um número qualquer de dentes.

Tente você também

Enfim, agora você vai realmente treinar o cálculo para o seu teste. Releia a aula, detendo-se nos exemplos e faça os exercícios a seguir.

Exercício 3

Determine as engrenagens auxiliares para fresar uma ranhura helicoidal em uma peça cilíndrica com 40 mm de diâmetro e ângulo de inclinação da hélice de 20° , sabendo que o aparelho divisor tem uma coroa com 40 dentes e que o fuso da mesa da fresadora tem 6 mm de passo.

Solução:

a) Cálculo do passo da hélice (Ph)

Dados:

$$d = 40$$

$$\beta = 20^\circ$$

$$Ph = ?$$

$$Ph = \frac{d \cdot \pi}{\operatorname{tg} \beta}$$

$$Ph = \frac{40 \cdot 3,14}{\operatorname{tg} 20^\circ}$$

$$Ph =$$

b) Cálculo das engrenagens

Dados:

$$Z_{\text{mot}} = ?$$

$$Z_{\text{mov}} = ?$$

$$Pf = 6 \text{ mm}$$

$$C = 40$$

$$Ph = \text{resultado do cálculo anterior}$$

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{P_f \cdot C}{P_h}$$

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} = \frac{6 \cdot 40}{P_h}$$

$$\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} =$$

Exercício 4

Calcule as engrenagens auxiliares para fresar uma ranhura helicoidal de uma peça cilíndrica com 30 mm de diâmetro e ângulo de inclinação da hélice de 40° , sabendo que o aparelho divisor tem uma coroa de 60 dentes e que o fuso da mesa da fresadora tem um passo de 5 mm.

Solução:

a) Cálculo do passo da hélice

Dados: $d = 30 \text{ mm}$
 $\beta = 40^\circ$
 $P_h = ?$
 $P_h =$

b) Cálculo das engrenagens

Dados: $Z_{\text{mot}} = ?$
 $Z_{\text{mov}} = ?$
 $P_f = 5$
 $C = 60$
 $P_h = \text{calculado}$
 $\frac{Z_{\text{mot}}}{Z_{\text{mov}}} =$

Agora chegou a hora da verdade. Você vai fazer de conta que está mesmo fazendo o teste para fresador e vai fazer com bastante cuidado os exercícios a seguir.

**Teste o que
você aprendeu**

Exercício 5

Calcule as engrenagens auxiliares para fresar uma engrenagem helicoidal cujo diâmetro primitivo é de 80 mm, o ângulo de inclinação da hélice é de 45° , sabendo que a coroa do divisor tem 40 dentes e o passo do fuso da mesa da fresadora é de 6 mm.

Exercício 6

Determine as engrenagens auxiliares para fresar uma ranhura helicoidal em um cilindro com 70 mm de diâmetro, com um ângulo de inclinação da hélice de 30° , usando um divisor cuja coroa tem 60 dentes e que o passo do fuso é de 6 mm.