Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA
37

Engrenagens VI

Introdução

O supervisor da área de controle de qualidade e projetos de uma empresa observou que algumas peças, fabricadas no setor de usinagem, apresentavam problemas. Isso significava que, embora tivessem sido treinados, os profissionais daquele setor estavam encontrando dificuldades para interpretar e calcular as dimensões de engrenagens e cremalheiras que compunham um sistema de transmissão de movimentos de uma máquina. A solução foi retreiná-los e, assim, melhorar seus conhecimentos sobre o assunto, dando-lhes condições de produzir as peças com melhor qualidade.

O tema desta aula é exatamente esse, engrenagens e cremalheira. E, estudando-o, você ampliará seus conhecimentos sobre cálculos em mecânica.

Conceituação

A engrenagem e a cremalheira têm a função de transformar um movimento rotativo em movimento retilíneo ou vice-versa.

A cremalheira pode ser considerada como uma roda de raio infinito. Nesse caso, a circunferência da roda pode ser imaginada como um segmento de reta. Por isso, a circunferência primitiva da engrenagem é tangente à linha primitiva da cremalheira.

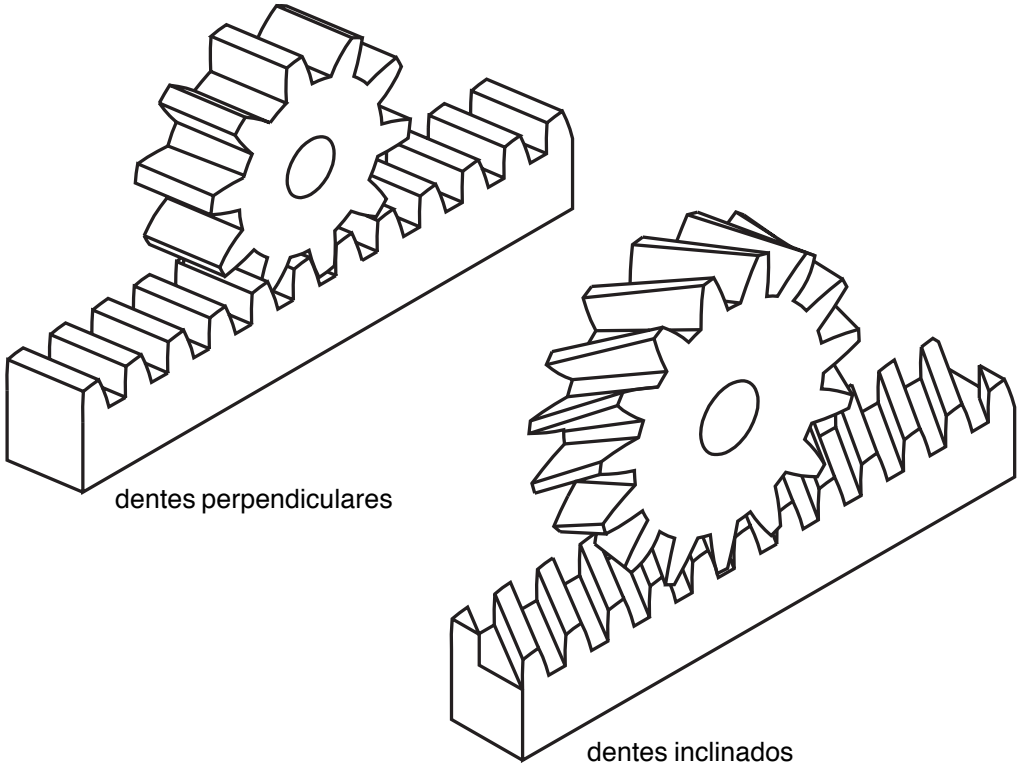
P/ as outras apostilas de El. de Máquinas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/elementos-de-maquinas/apostila-2/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Tipos de cremalheira

Há dois tipos de cremalheira: cremalheira de dentes perpendiculares e cremalheira de dentes inclinados.

As cremalheiras de dentes inclinados acoplam-se a rodas helicoidais e as de dentes perpendiculares engrenam-se com as rodas de dentes retos.



Cremalheira de dentes perpendiculares

Para calcular a cremalheira de **dentes perpendiculares** aplicam-se as fórmulas:

$P = M \cdot \pi$
$h = 2{,}166 \cdot M$
$a = 1 \cdot M$
$b = 1{,}166 \cdot M$

onde: **P** é o passo medido na linha primitiva
M é o módulo que deve ser o mesmo da engrenagem acoplada
h é a altura total do dente
a é a altura da cabeça do dente
b é a altura do pé do dente

Para entender melhor essas fórmulas, apresentamos um exemplo.

P/ as outras apostilas de El. de Máquinas, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/elementos-de-maquinas/apostila-2/

EXEMPLO 1

Calcular o passo (P), a altura total do dente (h), a altura da cabeça do dente (a) e a altura do pé do dente (b) de uma cremalheira de dentes perpendiculares, sabendo-se que a cremalheira deve trabalhar com uma engrenagem de módulo 2. Para calcular o passo usamos a fórmula

$P = M \cdot \pi$

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$P = 2 \cdot 3{,}14$

Logo, $P = 6{,}28$ mm

Para achar (h) aplica-se a fórmula

$h = 2{,}166 \cdot M$

Substituindo os valores, temos:

$h = 2{,}166 \cdot 2$

Portanto, $h = 4{,}33$ mm

A altura da cabeça do dente (a) é igual ao módulo.

Portanto, $a = 2$ mm

E a altura do pé do dente (b) é dado por

$b = 1{,}166 \cdot M$

Logo, $b = 1{,}166 \cdot 2$

Assim, $b = 2{,}33$ mm

Cremalheira de dentes inclinados

Como essa cremalheira deve trabalhar engrenada a uma engrenagem helicoidal, as dimensões dos dentes da cremalheira devem ser iguais às da engrenagem. Portanto, os cálculos são baseados nas fórmulas da engrenagem helicoidal.

Assim, o passo normal (Pn) é calculado por

$$Pn = Mn \cdot \pi$$

E o passo circular (Pc) é dado por

$$Pc = Mf \cdot \pi$$

onde:
Mn é o módulo normal da engrenagem
Mf é o módulo frontal da engrenagem

O ângulo de inclinação dos dentes (β) é igual ao ângulo da hélice da engrenagem e pode ser calculado por

$$\cos\beta° \frac{Pn}{Pc} \quad \text{ou} \quad \cos\beta° \frac{Mn}{Mf}$$

A altura total do dente (h) é dada por

$$h = a + b$$

onde:

a é a altura da cabeça do dente

b é a altura do pé do dente

A altura da cabeça do dente (a) é igual a um módulo normal. Assim, a = 1Mn e a altura do pé do dente (b) depende do ângulo de pressão (α) da engrenagem.

Para um ângulo de pressão $\alpha = 20°$, (b) é dado por: $b = 1{,}25 \cdot Mn$.

Para um ângulo de pressão $\alpha = 14°30'$ ou $15°$, (b) é dado por: $b = 1{,}17 \cdot Mn$.

Para facilitar a compreensão do cálculo da cremalheira de dentes inclinados, veja o exemplo.

EXEMPLO 2

Calcular o passo normal (Pn), o passo circular (Pc), o ângulo da hélice β), a altura da cabeça do dente (a), a altura do pé do dente (b) e a altura total do dente (h) de uma cremalheira com dentes inclinados que deve trabalhar com uma engrenagem helicoidal com Mn = 2,75, Mf = 4,28 e ângulo de pressão $\alpha = 15^o$.

O passo normal (Pn) é dado por
$Pn = Mn \cdot \pi$ Portanto, $Pn = 2,75 \cdot 3,14$

Logo, Pn = 8,63 mm

Para calcular o passo circular (Pc), aplica-se a fórmula
$Pc = Mf \cdot \pi$ Portanto, $Pc = 4,28 \cdot 3,14$

Portanto, Pc = 13,44 mm

O ângulo da hélice (β) é calculado por $\cos\beta = \frac{Mn}{Mf}$

Substituindo os valores, temos:

$\cos\beta = \frac{2,75}{4,28}$ Portanto, cosb = 0,6425

Consultando a tabela de co-seno temos que β) é aproximadamente igual a 50°. A altura da cabeça do dente (a) é igual ao módulo normal (Mn). Portanto a = Mn ou a = 2,75 mm.

Para se calcular a altura do pé do dente (b), considerando o ângulo de pressão $\alpha = 15^o$, aplica-se a fórmula $b = 1,17 \cdot Mn$.

Substituindo os valores, temos:
$b = 1,17 \cdot 2,75$

Logo, b = 3,22 mm

A altura total do dente (b) é dado por
h = a + b

Logo, h = 2,75 + 3,22

Portanto, h = 5,97 mm

Teste sua aprendizagem. Faça o exercício a seguir. Confira suas respostas com as do gabarito.

Exercícios

Exercício 1

Calcular o passo (P), a altura total do dente (h), a altura da cabeça do dente (a) e a altura do pé do dente (b) de uma cremalheira de dentes perpendiculares, sabendo-se que esta cremalheira deverá trabalhar com uma engrenagem módulo 3.

Exercício 2**Exercício 2**

Calcular o passo normal (Pn), o passo circular (Pc), o ângulo da hélice (β), a altura da cabeça do dente (a), a altura do pé do dente (b) e a altura total do dente (h) de uma cremalheira com dentes inclinados que deverá trabalhar com uma engrenagem helicoidal com ângulo de pressão $\alpha = 20^o$, Mn = 2,75 e Mf = 3,59.