

$$ev(\alpha) := \tan(\alpha) - \alpha$$

Engrenamento Vê com dentes helicoidais

$$a' := 100\text{mm}$$

Distância entre centros requerida

$$\alpha_n := 20\text{deg}$$

ângulo de pressão normal

$$m_n := 4\text{mm}$$

módulo normal

$$c := .25$$

Folga no fundo do dente

$$k := (1 + c) = 1.25$$

Fator de profundidade do dendo

$$\beta := 15\text{deg}$$

ângulo de hélice

$$b := 40\text{mm}$$

largura da engrenagem

$$\alpha_t := \text{atan}\left(\frac{\tan(\alpha_n)}{\cos(\beta)}\right) = 20.6\text{deg}$$

ângulo de pressão transversal

$$\beta_b := \text{atan}\left(\tan(\beta) \cdot \cos(\alpha_t)\right) = 14.076\text{deg}$$

ângulo de hélice de base

$$m_t := \frac{m_n}{\cos(\beta)} = 4.14\text{mm}$$

Módulo transversal

$$p_t := m_t \cdot \pi = 13.01\text{mm}$$

Passo transversal

$$p_{bt} := p_t \cdot \cos(\alpha_t) = 12.174\text{mm}$$

Passo de base transversal

$$z1 := 18$$

$$z2 := 30$$

Número de dentes

$$i := \frac{z2}{z1} = 1.667$$

Relação de transmissão

$$a := \frac{z1 + z2}{2} \cdot m_t = 99.387\text{mm}$$

Distância entre centros sem deslocamento de perfil

$$\alpha'_t := \text{acos}\left(\frac{a}{a'} \cdot \cos(\alpha_t)\right) = 21.56\text{deg}$$

ângulo de pressão transversal de operação

$$x1s2 := \frac{(ev(\alpha'_t) - ev(\alpha_t)) \cdot (z1 + z2)}{2 \cdot \tan(\alpha_t)} = 0.151$$

Deslocamentos de perfis 1 e 2 somados

$$x1 := x1s2 = 0.151$$

$$x2 := 0$$

Deslocamento de perfis escolhidos

$$y := \frac{a' - a}{m_n} = 0.153$$

Fator de deslocamento de centros

$$z_{\min} := \frac{2 \cdot (k - x1)}{\sin(\alpha_t)^2} = 17.674$$

Número mínimo de dentes

$$m'_t := m_t \cdot \frac{\cos(\alpha_t)}{\cos(\alpha'_t)} = 4.167\text{mm}$$

módulo transversal de operação

$$\phi1 := m_t \cdot z1 = 74.54\text{mm}$$

$$\phi2 := m_t \cdot z2 = 124.233\text{mm}$$

Diâmetro primitivo

$$\phi'1 := m'_t \cdot z1 = 75\text{mm}$$

$$\phi'2 := m'_t \cdot z2 = 125\text{mm}$$

Diâmetro primitivo de operação

$$r1 := \frac{\phi1}{2} = 37.27 \cdot \text{mm}$$

$$r'1 := \frac{\phi'1}{2} = 37.5 \cdot \text{mm}$$

$$\beta' := \text{atan}\left(\frac{\phi'1}{\phi1} \cdot \tan(\beta)\right) = 15.088 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha'_n := \text{atan}\left(\cos(\beta') \cdot \tan(\alpha'_t)\right) = 20.882 \cdot \text{deg}$$

$$\phi1_b := \phi1 \cdot \cos(\alpha_t) = 69.752 \cdot \text{mm}$$

$$\phi1_a := \phi1 + 2 \cdot m_n \cdot (1 - x2 + y) = 83.77 \cdot \text{mm}$$

$$\phi1_d := \phi1 - 2 \cdot m_n \cdot (1 + c - x1) = 65.75 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha_b := 0$$

$$\alpha1_a := \text{acos}\left(\frac{\phi1_b}{\phi1_a}\right) = 33.623 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha1_d := \text{acos}\left(\frac{\phi1_b}{\phi1_d}\right) = 19.891 \cdot \text{deg}$$

$$s1_t := m_t \cdot \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x1 \cdot \tan(\alpha_t)\right) = 6.977 \cdot \text{mm}$$

$$s1_b := \phi1_b \cdot \left(\frac{s1_t}{\phi1} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha_b)\right) = 7.68 \cdot \text{mm}$$

$$s1_a := \phi1_a \cdot \left(\frac{s1_t}{\phi1} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha1_a)\right) = 2.67 \cdot \text{mm}$$

$$s1_d := \phi1_d \cdot \left(\frac{s1_t}{\phi1} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha1_d)\right) = (7.24 + 0.87i) \cdot \text{mm}$$

$$z1_v := \frac{z1}{\cos(\beta)^3} = 19.973$$

$$\epsilon_\alpha := \frac{\sqrt{\left(\frac{\phi1_a}{2}\right)^2 - \left(\frac{\phi1_b}{2}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{\phi2_a}{2}\right)^2 - \left(\frac{\phi2_b}{2}\right)^2} - a' \cdot \sin(\alpha'_t)}{P_{bt}} = 1.476$$

$$\epsilon_\beta := \frac{b \cdot \tan(\beta)}{\pi \cdot m_t} = 0.824$$

Potência a ser transmitida

$$P := 1 \cdot \text{kW}$$

$$\omega := 1120 \text{rpm} = 117.286 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$T := \frac{P}{\omega} = 8.526 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$r2 := \frac{\phi2}{2} = 62.117 \cdot \text{mm}$$

$$r'2 := \frac{\phi'2}{2} = 62.5 \cdot \text{mm}$$

$$\phi2_b := \phi2 \cdot \cos(\alpha_t) = 116.254 \cdot \text{mm}$$

$$\phi2_a := \phi2 + 2 \cdot m_n \cdot (1 - x1 + y) = 132.25 \cdot \text{mm}$$

$$\phi2_d := \phi2 - 2 \cdot m_n \cdot (1 + c - x2) = 114.23 \cdot \text{mm}$$

ângulo de pressão na base por definição da envolvente

$$\alpha2_a := \text{acos}\left(\frac{\phi2_b}{\phi2_a}\right) = 28.472 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha2_d := \text{acos}\left(\frac{\phi2_b}{\phi2_d}\right) = 10.761 \cdot \text{deg}$$

$$s2_t := m_t \cdot \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x2 \cdot \tan(\alpha_t)\right) = 6.505 \cdot \text{mm}$$

$$s1_t + s2_t = 13.482 \cdot \text{mm}$$

$$s2_b := \phi2_b \cdot \left(\frac{s2_t}{\phi2} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha_b)\right) = 8 \cdot \text{mm}$$

$$s2_a := \phi2_a \cdot \left(\frac{s2_t}{\phi2} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha2_a)\right) = 3.1 \cdot \text{mm}$$

$$s2_d := \phi2_d \cdot \left(\frac{s2_t}{\phi2} + \text{ev}(\alpha_t) - \text{ev}(\alpha2_d)\right) = (7.86 + 0.25i) \cdot \text{mm}$$

$$z2_v := \frac{z2}{\cos(\beta)^3} = 33.288$$

Raio primitivo

Raio primitivo de operação

Ângulo de hélice de operação

ângulo normal na condição de operação

Diâmetro de base

Diâmetro de adendo

Diâmetro do pé do dente

ângulo de contato no adendo

ângulo de contato no dendente

Espessura transversal do dente no diâmetro primitivo

Soma das espessuras igual ao passo transversal

Espessura no pé do dente

Espessura no adendo

Espessura no adendo

Número virtual de dentes

Razão de condução

Recobrimento axial

Potência do motor

Rotação no eixo

Torque no eixo

$$T = 8.526 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$F_t := \frac{T}{r'1} = 227.364 \text{ N} \quad \text{Força tangencial}$$

$$F_r := F_t \cdot \tan(\alpha'_t) = 89.838 \text{ N} \quad \text{Força radial}$$

$$F_a := F_t \cdot \tan(\beta') = 61.298 \text{ N} \quad \text{Força axial}$$

$$F_n := \sqrt{F_t^2 + F_r^2 + F_a^2} = 252.037 \text{ N}$$

$$F_{nn} := \frac{F_t}{\cos(\alpha'_n) \cdot \cos(\beta')} = 252.037 \text{ N} \quad \text{Força normal}$$

Cálculo de tensões de contato

$$E1 := 207 \cdot \text{GPa} \quad E2 := E1 \quad \text{Módulo de elasticidade do material}$$

$$\nu1 := .29 \quad \nu2 := \nu1 \quad \text{Coeficiente de Poisson}$$

$$y_M := \frac{a' \cdot F_t}{r'1 \cdot r'2 \cdot b} = 0.243 \cdot \text{MPa} \quad \text{Fator MAAG Geométrico}$$

$$K1 := 1 - \nu1^2 = 0.916 \quad K2 := K1$$

$$y_E := \frac{E1 \cdot E2}{\pi \cdot (K1 \cdot E2 + K2 \cdot E1)} = 35.97 \cdot \text{GPa} \quad \text{Fator de elasticidade dos materiais}$$

$$y_\alpha := \frac{2}{\sin(2 \cdot \alpha'_t)} = 2.926 \quad \text{Fator do ângulo de pressão:}$$

$$y_\epsilon := \frac{\cos(\beta_b)}{\epsilon_\alpha} = 0.657$$

$$\sigma_{HB} := \sqrt{y_M \cdot y_E \cdot y_\alpha \cdot y_\epsilon} = 129.518 \cdot \text{MPa} \quad \text{Tensão de contato básica}$$

$$v_t := \omega \cdot r'1 = 4.398 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$k_d := 1.3 \quad \text{Engrenagem grau de qualidade ISO 9, com dureza superficial acima de 350 Brinell}$$

$$\psi_d := \frac{b}{\phi1} = 0.537 \quad \text{Relação entre largura e diâmetro da engrenagem}$$

$$k_e := 1.3 \quad \text{Pinhão em balanço}$$

$$k_s := 1.75 \quad \text{Acionamento por motor elétrico com carga de usinagem por freza de dois gumes em aço}$$

$$\sigma_H := \sqrt{y_M \cdot y_E \cdot y_\alpha \cdot y_\epsilon \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_s} = 222.737 \cdot \text{MPa} \quad \text{Tensão de contato em serviço}$$

