



Příklad č. 1 (parametry čelního ozubení)

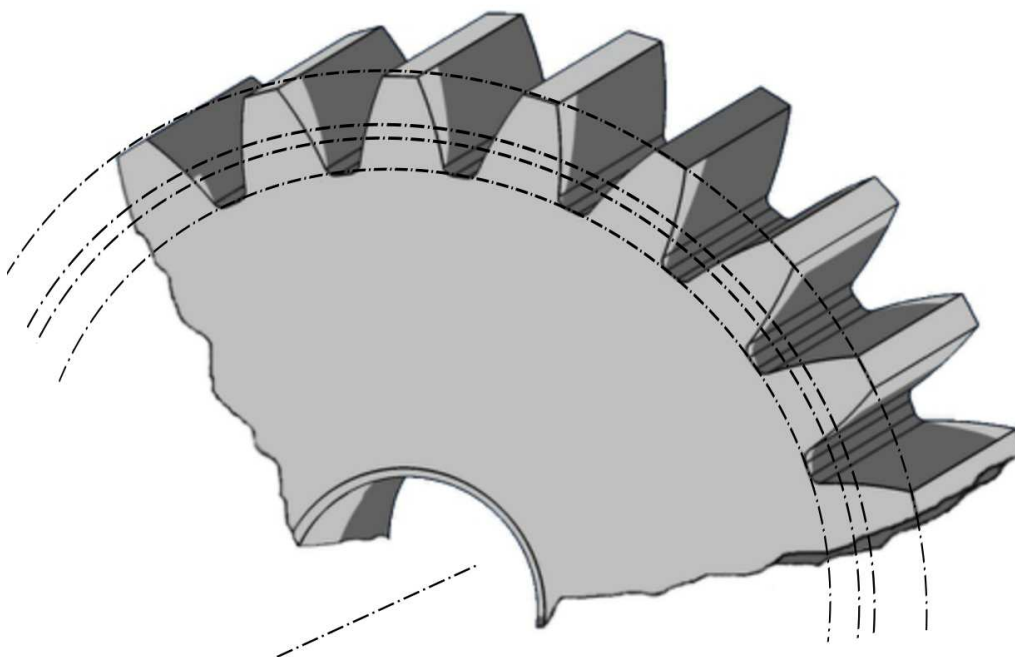
Pro zadané čelní ozubené kolo se šikmými zuby vypočtete základní parametry. Normální rozteč p_n , čelní rozteč p_t , čelní modul m_t , čelní úhel profilu α_t , náhradní počet zubů z_v , výšku hlavy zubu h_a , výšku paty zubu h_f , výšku zubu h , průměr roztečné kružnice d , průměr základní kružnice d_b , průměr hlavové kružnice d_a , průměr patní kružnice d_f , tloušťku zubu s_t . Předpokládáme soukolí bez korekce (typu N).

Zadané hodnoty:

$m = \dots\dots\dots$ [mm] modul ozubení
 $z = \dots\dots\dots$ [-] počet zubů ozubeného kola
 $\alpha = \dots\dots\dots$ [°] úhel profilu (záběru) ozubeného kola
 $\beta = \dots\dots\dots$ [°] úhel sklonu zubů ozubeného kola

Řešení:

náčrt:



Výpočet základních parametrů:

normální rozteč:

$p_n = \dots\dots\dots$

Poznámky:

Zakótuje základní parametry ozubení do náčrtu.

Aplikujte základní vztahy pro výpočet základních parametrů ozubeného kola.

čelní rozteč:

$$p_t = \dots\dots\dots$$

čelní modul:

$$m_t = \dots\dots\dots$$

náhradní počet zubů:

$$z_v = \dots\dots\dots$$

základní rozteč:

$$p_{tb} = \dots\dots\dots$$

čelní úhel profilu:

$$\alpha_t = \dots\dots\dots$$

výška hlavy a paty zubu, výška zubu:

$$h_a = \dots\dots\dots \quad h_f = \dots\dots\dots \quad h = \dots\dots\dots$$

průměr roztečné kružnice:

$$d = \dots\dots\dots$$

průměr základní kružnice:

$$d_b = \dots\dots\dots$$

průměr hlavové a patní kružnice:

$$d_a = \dots\dots\dots \quad d_f = \dots\dots\dots$$

tloušťka zubu:

$$s_t = \dots\dots\dots$$

Poznámky:

Pro čelní rozteč $p_{tb} = p_t \cdot \cos \alpha_t$
 $\operatorname{tg} \alpha_t = \operatorname{tg} \alpha_n / \cos \beta$.

Příklad č. 2 (parametry kuželového ozubení)

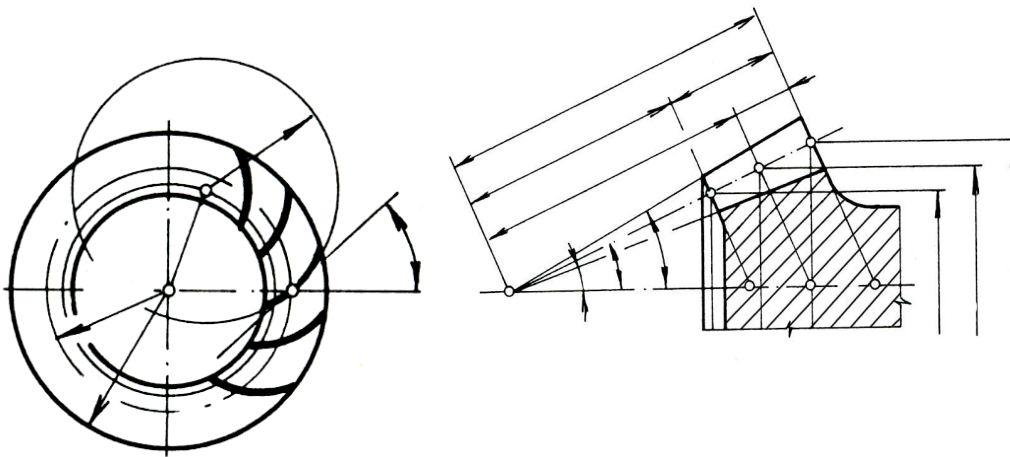
Pro Zadané kuželové ozubené kolo se šikmými zuby typu gleason vypočtete základní parametry. Úhel roztečného kužele δ . Úhel hlavového a patního kužele δ_a a δ_f , počet zubů virtuálního kola z_v , počet zubů rovinného (základního kola) z_c , délku povrchky roztečného kužele R_e , šířku věnce b , parametry ozubení na čelní ploše tj. ,výšku hlavy zubu h_{ae} , výšku paty zubu h_{fe} , výšku zubu h_e , průměr roztečné kružnice d_e , průměr hlavové kružnice d_{ae} , průměr patní kružnice d_{fe} , tloušťku zubu s_e , šířku zubové mezery e_e . Předpokládáme soukolí bez korekce (typu N) a úhel os $\Sigma=90^\circ$.

Zadané hodnoty:

- m** = [mm] modul ozubení
- u** = [-] převodové číslo
- z** = [-] počet zubů ozubeného kola
- z₂** = [-] počet zubů spolu-zabírajícího ozubeného kola
- α** = [°] úhel profilu (záběru) ozubeného kola
- β** = [°] úhel sklonu zubů ozubeného kola
- c** = [-] součinitel hlavové vůle
- x** = [-] korekce výšková
- x_τ** = [-] korekce boční

Řešení:

náčrt:



Výpočet základních parametrů:

úhel roztečného kužele:

$$\delta = \arctg \frac{1}{u} \dots\dots\dots$$

úhel hlavového a patního kužele:

$$\delta_a = \delta + \vartheta_a \dots\dots\dots \quad \delta_f = \delta - \vartheta_f \dots\dots\dots$$

$$\vartheta_a = \arctg \frac{h_a}{R_e} \dots\dots\dots \quad \vartheta_f = \arctg \frac{h_f}{R_e} \dots\dots\dots$$

počet zubů virtuálního kola:

$$z_v = \frac{z}{\cos \delta} \dots\dots\dots$$

pro oz. kola typu gleason
 $m_{te} = m$, $\Psi_R = 0,25-0,35$ (volte 0,3)

Zakótuje základní parametry ozubení do náčrtu.

Aplikujte základní vztahy pro výpočet základních parametrů kuželového ozubeného kola.

Technologie výroby ozubení I.

počet zubů rovinného kola:

$$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2} \dots\dots\dots$$

délka površky roztečného kužele:

$$R_e = 0,5 \cdot m \cdot z_c \dots\dots\dots$$

šířka věnce:

$$b = \Psi_R \cdot R_e \dots\dots\dots$$

výška hlavy, paty a zubu na čelní ploše:

$$h_{ae} = h_a + (x \cdot m) \dots\dots\dots \quad h_{fe} = h_f - (x \cdot m) \dots\dots\dots$$

$$h_e = \dots\dots\dots$$

průměr roztečné kružnice na čelní ploše:

$$d_e = m \cdot z \dots\dots\dots$$

průměr hlavové kružnice na čelní ploše:

$$\alpha_t = \dots\dots\dots$$

$$d_{ae} = m \cdot (z + 2(h_a^x + x) \cdot \cos \delta) \dots\dots\dots$$

průměr patní kružnice na čelní ploše:

$$d_{fe} = m \cdot (z - 2(h_a^x + c - x) \cdot \cos \delta) \dots\dots\dots$$

h_a^x – koeficient výšky hlavy
zubu = 1

tloušťka zubu na čelní ploše:

$$s_e = m \cdot \left(\frac{\pi}{2} + c \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha_t + \lambda_\tau \right) \dots\dots\dots$$

šířka zubové mezery na čelní ploše:

$$e_e = m \cdot \left(\frac{\pi}{2} - c \cdot x \cdot \operatorname{tg} \alpha_t - \lambda_\tau \right) \dots\dots\dots$$

Příklad č. 3 (návrh profilu obrážecího nože pro metodu maag)

Pro zadaný modul ozubeného kola navrhnete tvar dokončovacího obrážecího hřebenového nože a zakreslete ho do náčrtu.

- m** = [mm] modul ozubení
- α** = [°] úhel profilu (záběru) ozubeného kola
- c** = [-] součinitel hlavové vůle

Výpočet základních parametrů:

Výpočet parametrů základního profilu:
rozteč a tloušťka zubu:

$$t_n = \dots\dots\dots s_n = \dots\dots\dots$$

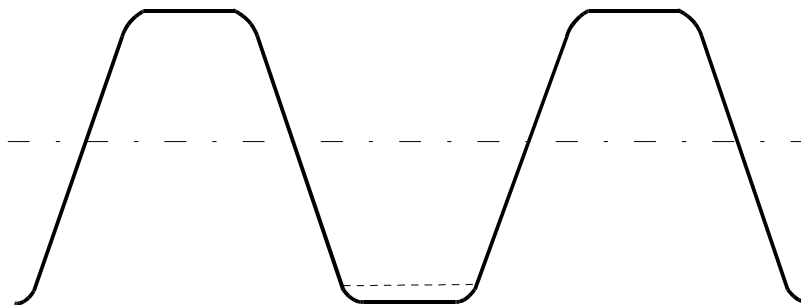
výška zubu profilu, výška hlavy nože, výška zubu nože:

$$h = \dots\dots\dots h_{an} = \dots\dots\dots h_n = h + c_n \dots\dots\dots$$

Poloměr zaoblení paty a hlavy zubu nože:

$$r_a = 0,25 \cdot m = \dots\dots\dots r_f = \dots\dots\dots$$

náčrt:



Dokončete náčrt a do náčrtu zakótujte všechny spočítané rozměry. Hlavová vůle nástroje $c_n = 0,42\sqrt{m}$ zaokrouhlena nahoru na 1 desetinné místo. $r_f = 0,13m$ zaokrouhlena nahoru na jedno desetinné místo.

Příklad č. 4 (návrh profilu odvalovací frézy)

Pro zadaný modul ozubeného kola navrhnete tvar normálního profilu odvalovací frézy pro

- modifikovaný základní profil pro srážení hran hlavy zubů
- pro hrubovací odvalovací frézu
- pro modifikovaný profil odvalovací frézy dokončovací s protuberací

$m = \dots\dots\dots$ [mm] modul ozubení

$\alpha = \dots\dots\dots$ [°] úhel profilu (záběru) ozubeného kola

Řešení:

a) modifikovaný základní profil pro srážení hran hlavy zubů

Rádus zaoblení hlavy zuby nástroje:

$$r_{an} = 0,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Výška hlavy zuby nástroje:

$$h_{an} = 1,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Výška paty zuby nástroje:

$$h_{fn} = h_{f_n} + h_{f_{mn}} = \dots\dots\dots$$

kde výška rovinné části paty zuby nástroje:

$$h_{f_n} = 0,8 \cdot m = \dots\dots\dots$$

výška dna paty zuby nástroje:

$$h_{f_{mn}} = 0,3536 \cdot m = \dots\dots\dots$$

úhel záběru a úhel paty zuby:

$$\alpha_n = \dots\dots\dots \quad \alpha_{fn} = 50^\circ \dots\dots\dots$$

normální rozteč a šířka zuby nástroje:

$$t_n = \pi \cdot m = \dots\dots\dots \quad s_n = t_n / 2 = \dots\dots\dots$$

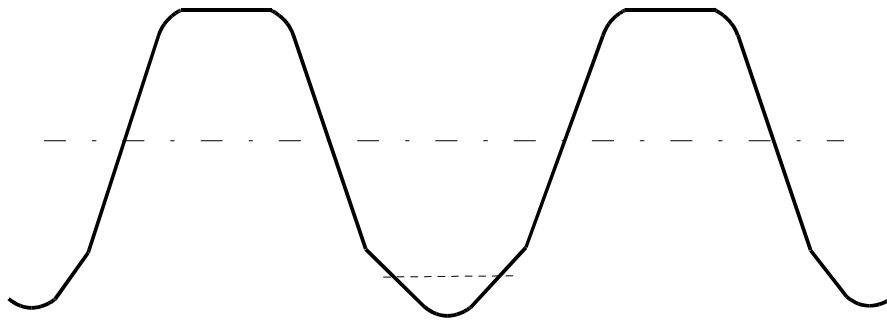
Minimální rádus zaoblení paty zuby nástroje:

$$r_{fn} = 0,4 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Celková výška zuby nástroje:

$$h_n = h_{an} + h_{fn} = \dots\dots\dots$$

Nápověda: Vypočítejte potřebné parametry normálního tvaru nástroje a zakótujte je do náčrtu.



b) základní profil hrubovací odvalovací frézy

Rádus zaoblení hlavy zubu nástroje:

$$r_{an} = 0,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Výška hlavy zubu nástroje:

$$h_{an} = 1,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Minimální hlavová vůle odvalovací frézy:

$$c_n = 0,42 \cdot \sqrt{m} = \dots\dots\dots$$

celková výška zubu nástroje:

$$h_n = 2,25 \cdot m + c_n = \dots\dots\dots$$

úhel záběru:

$$\alpha_n = \dots\dots\dots$$

Velikost přídatku na bocích zubu na hrubování (z tabulky):

$$\Delta s_{br} = \dots\dots\dots$$

normální rozteč a šířka zubu nástroje:

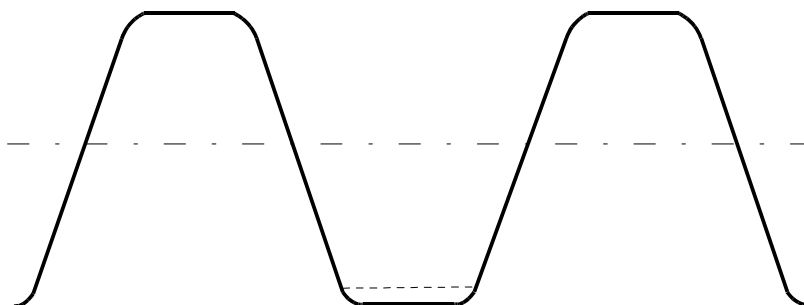
$$t_n = \pi \cdot m = \dots\dots\dots \quad s_n = t_n / 2 - 2 \cdot \Delta s_{br} = \dots\dots\dots$$

Rádus zaoblení paty zubu nástroje (z tabulky):

$$r_{_f} = \dots\dots\dots$$

Nápověda: $r_{_f}$ z tabulk, pro větší moduly jako $0,13 \cdot m$ zaokrouhleno na 0,5mm.

Nápověda: Δs_{br} z tabulk, pro větší moduly +0,1 na každých dalších 10mm modulu.



c) modifikovaný profil dokončovací odvalovací frézy pro ozubení s protuberací

Rádus zaoblení hlavy zubu nástroje:

$$r_{an} = 0,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Výška hlavy zubu nástroje:

$$h_{an} = 1,25 \cdot m = \dots\dots\dots$$

Minimální hlavová vůle odvalovací frézy:

$$c_n = 0,4 \cdot \sqrt{m} = \dots\dots\dots$$

celková výška zubu nástroje:

$$h_n = 2,25 \cdot m + c_n = \dots\dots\dots$$

úhel záběru:

$$\alpha_n = \dots\dots\dots$$

Minimální šířka modifikace na hlavě zubu odvalovací frézy (kolmo k boku zubu):

$$n_{amn} = \Delta c + \Delta S_{se} = \Delta c + 0,0182 m = \dots\dots\dots$$

Výška modifikace na hlavě zubu odvalovací frézy:

$$h_{amn} = 4,56 \cdot n_{amn} = \dots\dots\dots$$

Normální rozteč a šířka zubu nástroje:

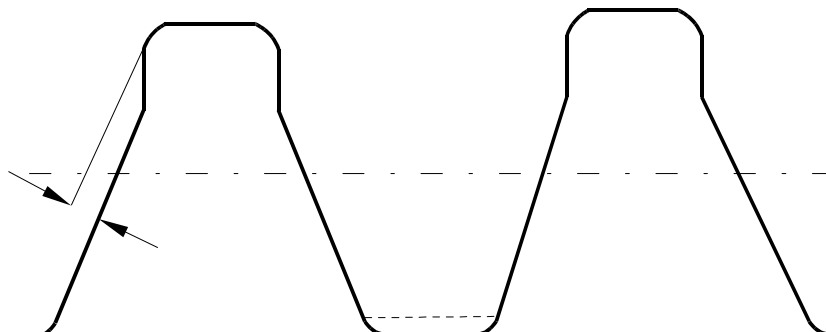
$$t_n = \pi \cdot m = \dots\dots\dots \quad s_n = t_n / 2 = \dots\dots\dots$$

Rádus zaoblení paty zubu nástroje (z tabulky):

$$r_f = \dots\dots\dots$$

Nápověda: Δc z tabulky, pro větší moduly 0,01m, pro menší 0,04m .

Náčrt:



Příklad č. 5 (výroba dělicím způsobem)

Pro zadaný modul a úhel stoupání čelního ozubeného kola se šikmými zuby vyráběného frézováním dělicím vyberte vhodný nástroj z 8, 15 členné sady. Určete řezné podmínky (otáčky a posuv) a vypočítejte jednotkový strojní čas.

- m** = [mm] modul ozubení
- β** = [°] úhel sklonu zubů ozubeného kola
- b** = [mm] šířka ozubení

Řešení:

výpočet potřebných parametrů

výpočet náhradního počtu zubů:

$$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta} = \dots$$

zvolený nástroj:

a)

b)

Nápověda:

Nápověda: Vypočítejte potřebné parametry a zvolte nástroje například „fréza modulová ČSN 222510 M 2 č. 6“.

Pro zjednodušení předpokládejme 8 i 15 člennou sadu pro zadaný modul.

Technologie výroby ozubení I.

Výpočet strojního času:

Obrobitelnost materiálu, řezná rychlost a posuv:

Jednotkový strojní čas obrábění zadaného ozubení:

$$t_{AS} = z \cdot \left(\frac{L}{f_{min}} + t_z \right) = \dots$$

Nápověda: Zvolte, případně vypočítejte obrobitelnost materiálu oz kola, doporučená řezná rychlost $v_c = 40 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, otáčky nástroje, průměr a počet zubů frézy, minutový posuv. Vypočítejte jednotkový strojní čas. Předpokládejme čas zpětného chodu (při přechodu na další zub) t_z dle zadání. Délku náběhu a přeběhu volte jako $\frac{1}{2}$ průměru modulové frézy.