

10. PŘEVODY S OZUBENÝMI KOLY

10. TRANSMISSION WITH GEAR WHEELS

Jedná se o převody s tvarovým stykem

výhody

- relativně malé rozměry
- dobrá spolehlivost a životnost
- dobrá mechanická účinnost
- přesné dodržení převodového poměru
- schopnost přenosu velikých výkonů
- schopnost dosažení vysokých převodů
- malá náročnost na údržbu
- krátkodobá přetížitelnost

nevýhody

- složitější a dražší výroba
- nároky na přesnost a tuhost uložení
- hluk a chvění
- tuhá vazba neumožňuje tlumení rázů a dynamického zatížení

ROZDĚLENÍ OZUBENÝCH PŘEVODŮ

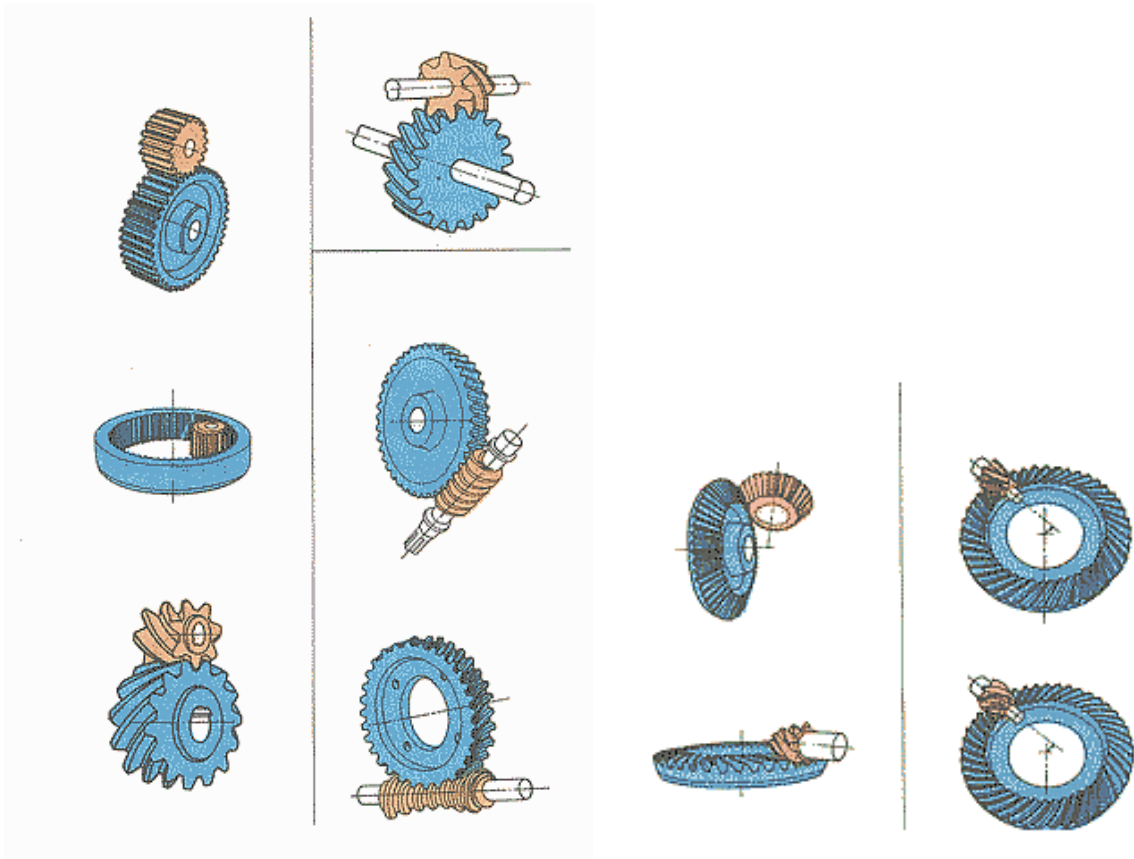
Podle čelní profilové křivky zubů kola s ozubením: evolventním, cykloidním, zvláštním

Podle tvaru boční čáry zubů kola se zuby:

- přímými zuby
- šikmými zuby
- dvojité šikmými zuby
- šípovými
- dvojité šípovými
- kola se zakřivenými zuby
- kola se šroubovými zuby

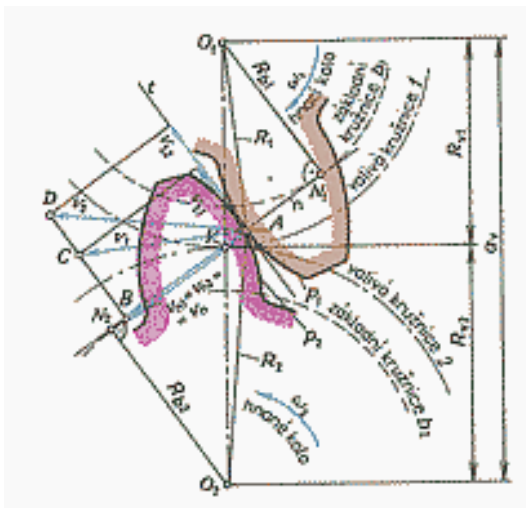
Podle relativního pohybu základních členů: soukolí valivá, soukolí šroubová

Podle vzájemné polohy os s osami: rovnoběžnými, různoběžnými, mimoběžnými



čelní, šroubové, šnekové, kuželové, hypoidní

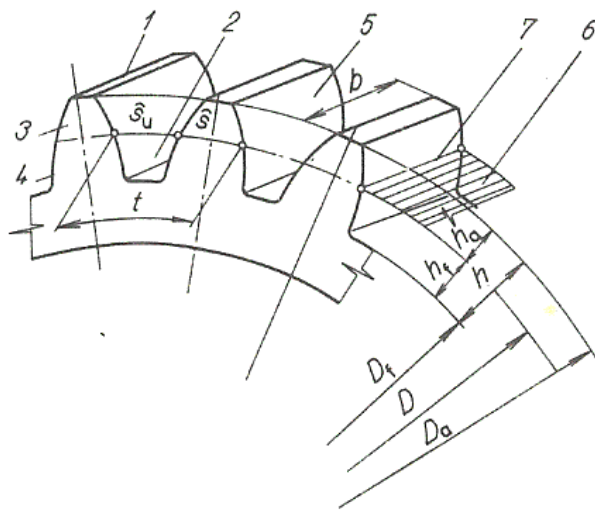
základní zákon ozubení: $i = (w_1 / w_2) = (O_2V / O_1V)$



Dva boky zubů v trvalém dotyku přenášejí otáčivý pohyb se stálým převodovým poměrem, jestliže jejich společná normála n procházející valivým bodem V dělí úsečku O_1O_2 v obráceném poměru úhlových rychlostí obou kol.

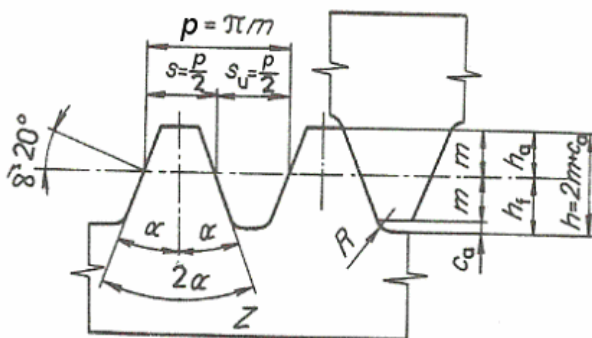
ČELNÍ SOUKOLÍ S EVOLVENTNÍM OZUBENÍM S PŘÍMÝMI ZUBY

Základní pojmy



- 1 – zub kola
- 2 – zubová mezera
- 3 – profil zuby
- 4 – křivka profilu zuby
- 5 – bok zuby
- 6 – roztečný válec
- 7 – boční křivka
- D – průměr roztečný
- D_a – průměr hlavový
- D_f – průměr patní
- s – tloušťka zuby
- s_u – šířka zubové mezery
- p – rozteč
- h – výška zuby
- h_a – výška hlavy zuby
- h_f – výška paty zuby
- b – šířka zuby

ozubený hřeben

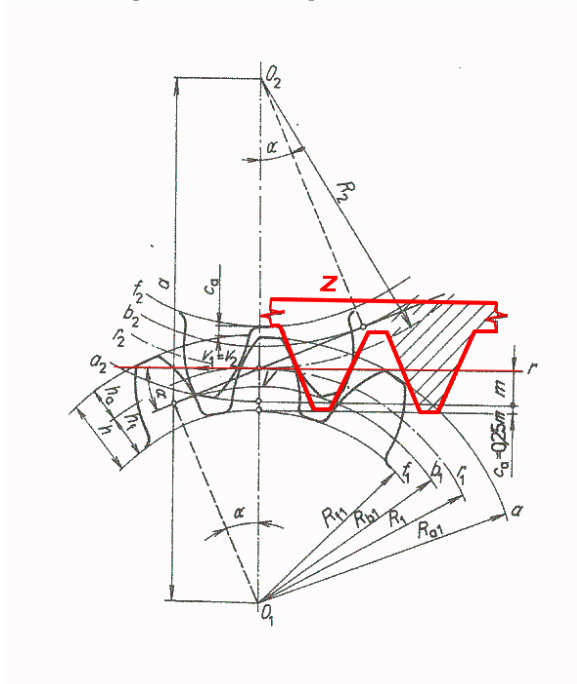


$$\begin{aligned}
 h &= h_a + h_f \\
 h_a &= m \\
 h_f &= m + c_a \\
 c_a &= 0,25m \\
 s &= s_u = p/2 = \pi m/2
 \end{aligned}$$

Modul m - část průměru roztečné kružnice připadající na ozubené kolo

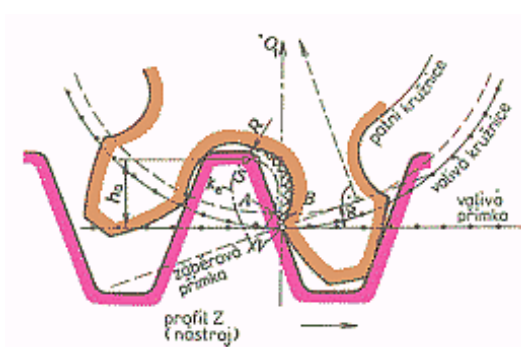
$$\pi \cdot D = z \cdot p \qquad D = z \cdot \frac{p}{\pi} = z \cdot m$$

KOLA N (NORMÁLNÍ)



$$\begin{aligned}
 h_{a1} &= m \\
 h_{f1} &= m + c_a = 1.25m \\
 c_a &= 0,25m \\
 h_1 &= h_{a1} + h_{f1} \\
 s &= s_u = p/2 = \pi m/2 \\
 D_1 &= z_1 m \\
 D_{a1} &= D_1 + 2 h_{a1} = D_1 + 2m \\
 D_{f1} &= D_1 - 2 h_{f1} = D_1 - 2.5m
 \end{aligned}$$

PODŘEZÁNÍ A MEZNÍ POČET ZUBŮ



$$\begin{aligned}
 z_t &= 2/\sin^2 \alpha \\
 z_p &= 5/6 z_t
 \end{aligned}$$

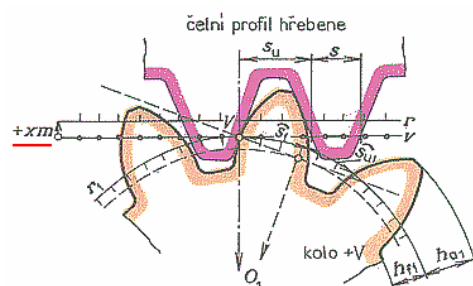
$$\text{pro } \alpha = 20^\circ$$

$$\begin{aligned}
 z_t &= 17 \\
 z_p &= 14
 \end{aligned}$$

Korigovaný profil:

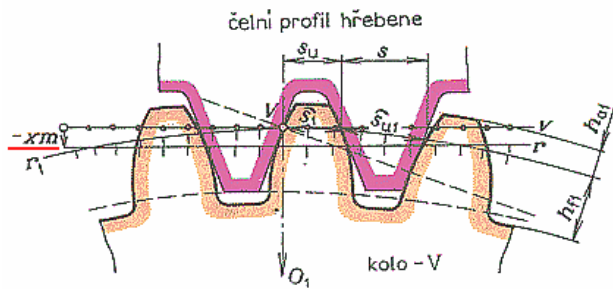
1. změnou a
2. změnou výšky zubu
3. posunutím základního profilu

Posunutí kladné Korigované kolo +V



$$\begin{aligned}
 h_{a1} &= m + x_1 m \\
 h_{f1} &= m + c_a - x_1 m \\
 h_1 &= h_{a1} + h_{f1} \\
 D_1 &= z_1 m \\
 D_{a1} &= D_1 + 2 h_{a1} \\
 D_{f1} &= D_1 - 2 h_{f1}
 \end{aligned}$$

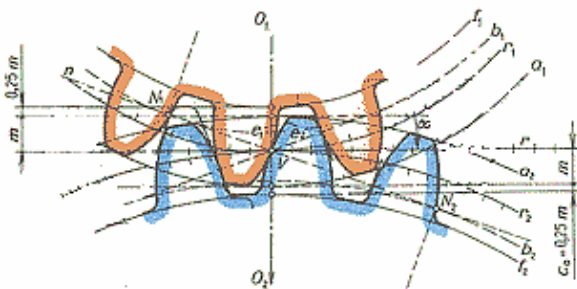
Posunutí záporné Korigované kolo -V



$$\begin{aligned}
 h_{a1} &= m - x_1 m \\
 h_{f1} &= m + c_a + x_1 m \\
 h_1 &= h_{a1} + h_{f1} = 2.25m \\
 D_1 &= z_1 m \\
 D_{a1} &= D_1 + 2 h_{a1} \\
 D_{f1} &= D_1 - 2 h_{f1}
 \end{aligned}$$

DRUHY SOUKOLÍ PODLE KOREKCE KOL

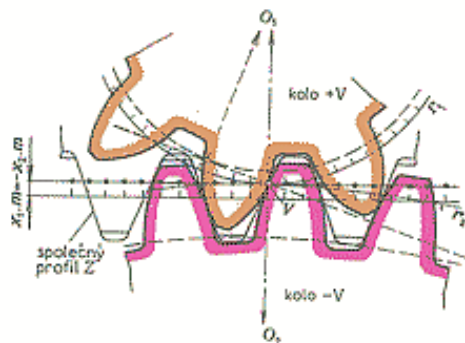
SOUKOLÍ N



$$a = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2}$$

kolo i pastorek typu N $x_1 = x_2 = 0$

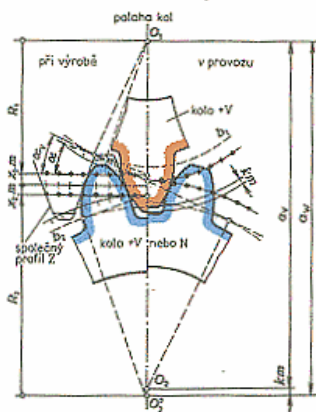
SOUKOLÍ VN



$$a = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2}$$

pastorek +V kolo -V $x_1 = -x_2$

SOUKOLÍ V



$$\sum x = x_1 + x_2 \neq 0$$

$$\begin{aligned}
 a_w &= \frac{D_1 + D_2}{2} + \sum xm = \\
 &= \frac{(z_1 + z_2) \cdot m}{2} + \sum xm
 \end{aligned}$$

pastorek +V kolo N (-V)

ČELNÍ SOUKOLÍ SE ŠIKMÝMI ZUBY

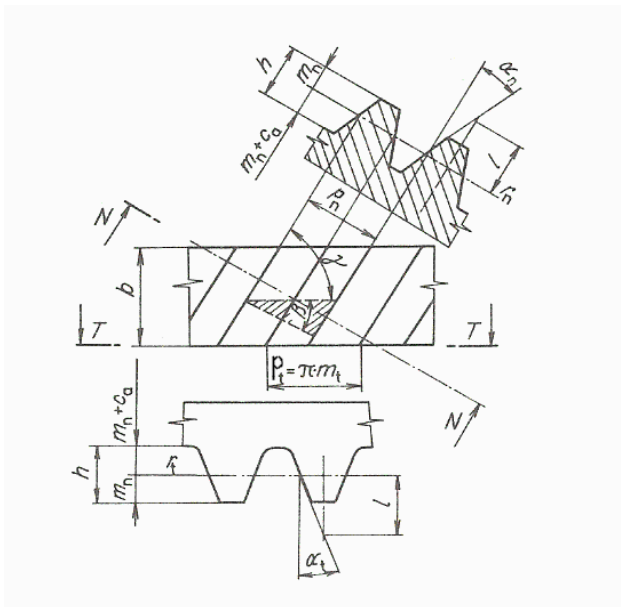
Zuby jsou natočené o úhel sklonu zubu β

výhody

- pozvolný a plynulý vstup a výstup zubových dvojic do i ze záběru, větší součinitel trvání záběru.
- klidnější a tišší chod
- menší dynamické účinky

nevýhody

- axiální síla => nároky na uložení



$$h_a = m_n$$

$$h_f = m_n + c_a = 1.25m_n$$

$$h = h_a + h_f \quad p_n = \pi m_n$$

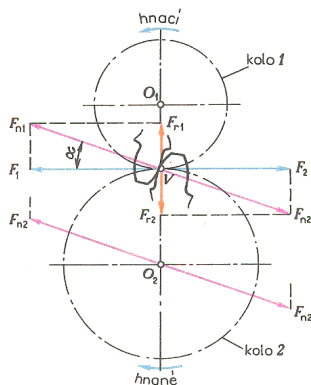
$$D = z m_t \quad p_t = p_n / \cos \beta$$

$$D_a = D + 2 h_a \quad D_f = D - 2 h_f$$

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} \quad \text{běžn } \varepsilon > 2$$

$$a = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m_t = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \frac{m_n}{\cos \beta}$$

SILOVÉ POMĚRY



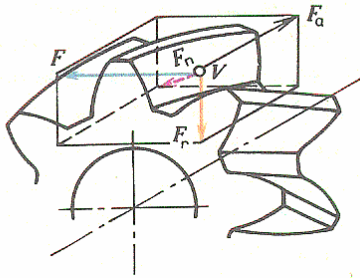
$$F_t = \frac{M_k}{r_w}$$

$$F_t = F_n \cdot \cos \alpha_w \Rightarrow F_n$$

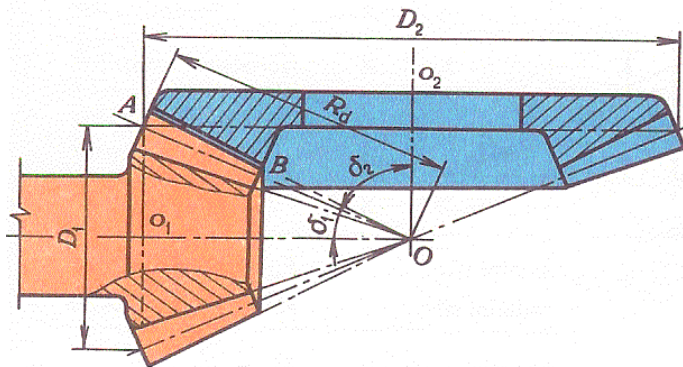
$$F_{n1} = F_{t1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_w$$

$$F_{n1} = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha_w}$$

Čelní kolo se šikmými zuby



KUŽELOVÁ SOUKOLÍ



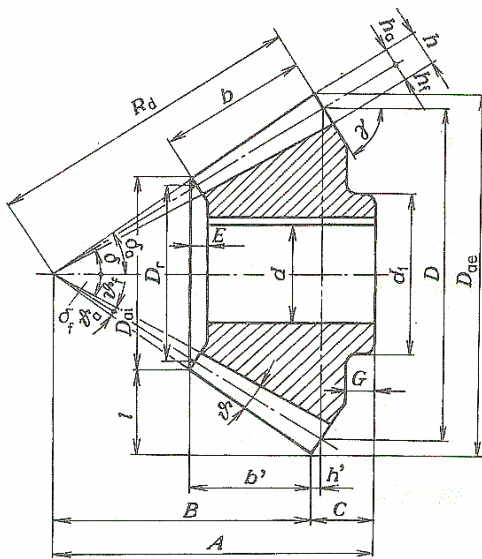
$$i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$i_{1,2} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1}$$

$$D_1 = 2 \cdot R_d \cdot \sin \delta_1$$

$$D_2 = 2 \cdot R_d \cdot \sin \delta_2$$

Základní pojmy



δ – roztečoz kužel

δ_a – hlavový kužel

δ_f – patní kužel

g_a – úhel hlavy

g_f – úhel paty

g – úhel zubu

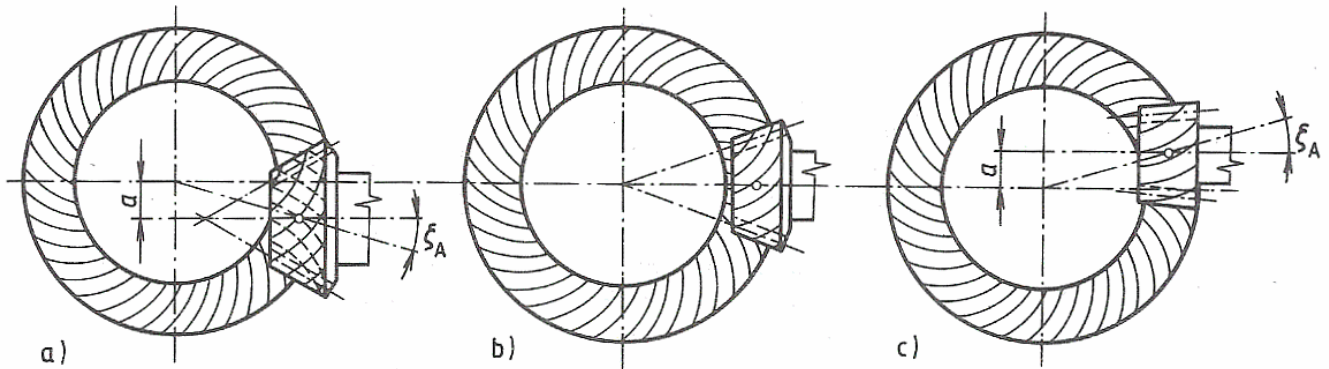
R_a – délka povrchové přímky
roztečozte kužele

D_{ae} – vnějšhlavový průměr

D_{ai} – vnitřní hlavový průměr

D – roztečoz průměr

Zvláštní případy uložení kuželového soukolí, hypoidní soukolí



a) přesazení os +, b) bez přesazení os (kuželové soukolí), c) přesazení os –

ŠNEKOVÁ SOUKOLÍ

výhody

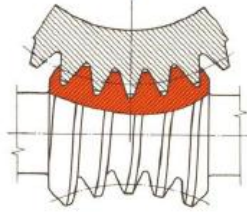
- Jedním soukolím je možné realizovat velká převodová čísla. Pro silové převody jsou běžná převodová čísla $u = 10 \div 100$, pro kinematické převody $u = 500 \div 1000$.
- Soukolí mohou přenášet velké výkony, $P = 50 \div 60$ kW.
- Větší počet zubů v záběru. Tichý chod při libovolných otáčkách (nejtišší převod).
- Možnost dosažení samosvornosti.
- Malé rozměry, nízká hmotnost, kompaktní konstrukce.

nevýhody

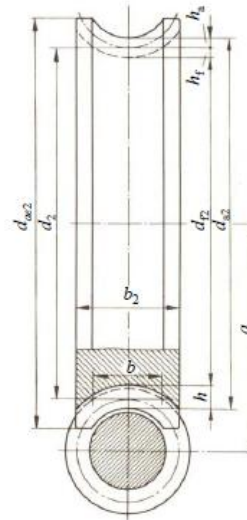
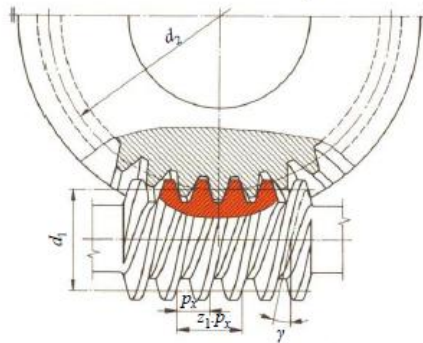
- Velký skluz v ozubení vedoucí k vyšším ztrátám třením.
- Nižší účinnost, $\eta = 45 \div 90\%$. Účinnost klesá s rostoucím převodovým číslem.
- Nutnost intenzivního chlazení.
- Náročnější a dražší výroba ozubení.

- Nižší životnost vinou opotřebení.

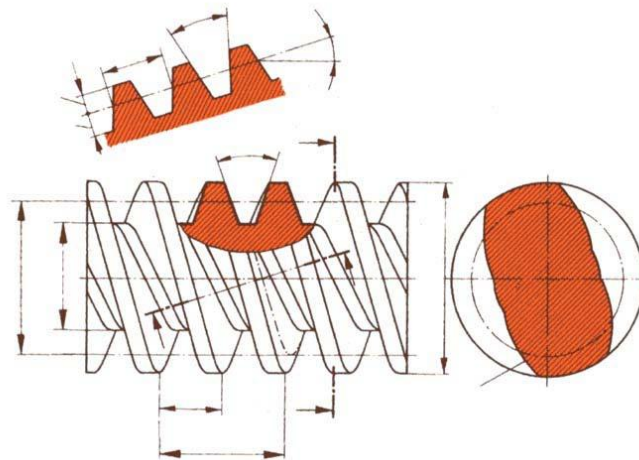
Šnekové soukolí s globoidním šnekem



Šnekové soukolí s válcovým šnekem

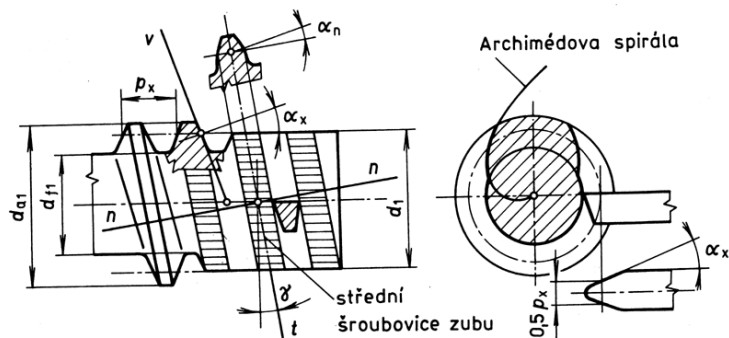


Geometricky je šnek určen počtem zubů z_1 ($1 \div 10$), průměrem roztečného válce d_1 , délkou roztečného válce b_1 , druhem ozubení a parametry základního profilu. Ozubení šneku se dělá zásadně bez korekce, tj. $x_1 = 0$.



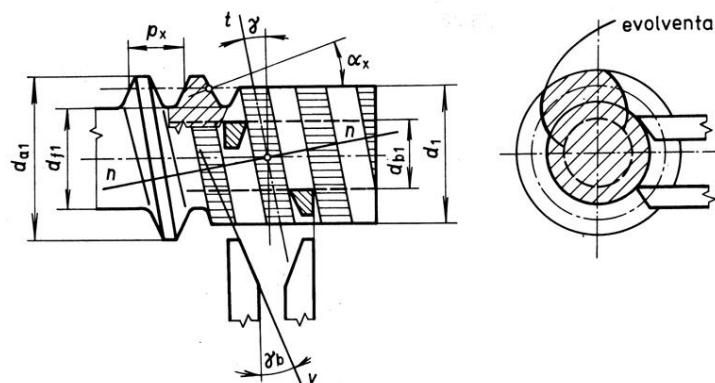
TYPY ŠNEKŮ

TYP A – ROVNOBOKÝ OSOVÝ PROFIL



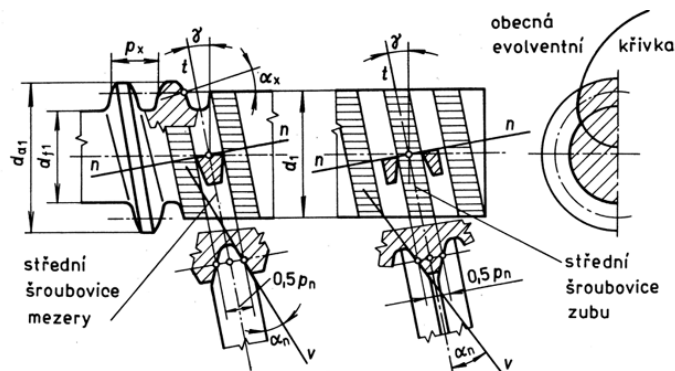
Bok šneku je tvořen Archimédovou šroubovou plochou. Používá se při malých úhlech stoupání ($\gamma \leq 10^\circ$), a to v případech, kdy se boky zubů tepelně neupravují a nebrousí.

TYP I – EVOLVENTNÍ ŠROUBOVÁ PLOCHA



Bok šneku je tvořen evolventní šroubovou plochou. Používá se při větším počtu zubů ($z_1 \geq 4$). Šnek připomíná šikmozubé kolo. Boky zubů lze brousit pomocí speciálních brusek.

TYP N – PŘÍMKOVÝ PROFIL V NORMÁLNÉ ROVINĚ



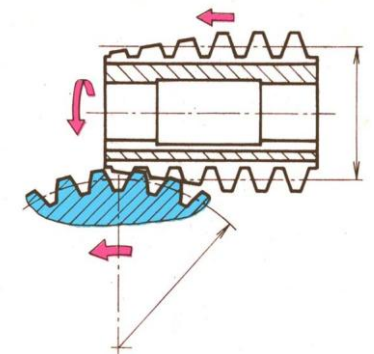
Nejčastější druh šneku. Ozubení je vhodné pro šneky s větším úhlem stoupání a pro šneky s tepelně upravovanými boky zubů.

VÝROBA ŠNEKŮ A ŠNEKOVÝCH KOL

Ozubení šnekových kol se nejčastěji vyrábí odvalováním na odvalovacích frézách. Nástrojem je odvalovací fréza, která pracuje radiálním nebo tangenciálním způsobem.

Šneky se vyrábí tvarovými noži na soustruhu, kotoučovými nebo čepovými frézami na frézách, popř. odvalovacími kotoučovými noži nebo odvalovacími frézami.

ODVALOVÁNÍ ŠNEKOVÝCH KOL TANGENCIÁLNÍM ZPŮSOBEM



SOUSTRUŽENÍ ŠNEKU S EVOLVENTNÍM OZUBENÍM A JEHO BROUŠENÍ

