

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název školy	Střední průmyslová škola strojnická Vsetín
Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0483
Autor	Ing. Lubomír Dočkal
Název šablony	III/2
Název DUMu	<b>14.11 Čelní válcová soukolí se šikmými zuby</b>
Tematická oblast	Mechanické převody točivého pohybu
Předmět	Stavba a provoz strojů
Druh učebního materiálu	<i>pracovní list</i>
Anotace	1. hodina
Vybavení, pomůcky	PC, kalkulačtor
Ověřeno ve výuce dne, třída	13. 2. 2013, 3. A

## **Výukové cíle**

- popíše účel a použití převodu ozubenými koly se šikmými zuby
- určí zásadní rozdíly válcového soukolí se zuby přímými a šikmými
- zná základní pojmy, parametry a výpočtové rozměry ozubeného kola N se šikmými zuby
- určí vůle v ozubení a zdůvodní jejich potřebu

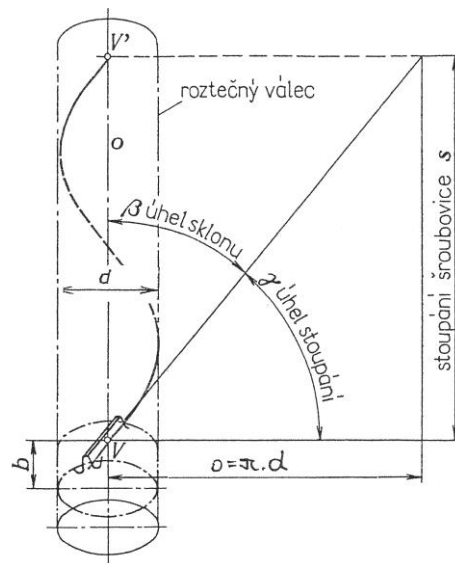
## **Klíčová slova**

- základní profil
- převodový poměr
- rovina tečná
- rozteč
- rovina normálová
- osová vzdálenost

## ČELNÍ SOUKOLÍ SE ŠIKMÝMI ZUBY

Boční křivka kol se šikmými zuby je šroubovice s velkým úhlem stoupání; na kole se při malé šířce jeví jako šikmá přímka s pravým či levým smyslem stoupání. Jsou to kola s šikmými evolventními zuby. Úhel sklonu zubu  $\beta$  se volí  $6 \div 30^\circ$ .

$d$  - průměr roztečného válce  
 $b$  - šířka ozubení  
 $\beta$  - úhel sklonu zubu  
 $\gamma$  - úhel stoupání šroubovice  
 $s$  - stoupání šroubovice



### Výhody ozubených kol se šikmými zuby



- plynulejší záběr soukolí
- tichý chod i při vyšších rychlostech
- v záběru jsou dva až tři páry zubů → možnost přenosu větších výkonů
- podřezání zubů nastává při menším počtu zubů než u přímých zubů
- sklonem zubů lze ovlivnit osovou vzdálenost soukolí
- sklonem zubů lze ovlivnit „pracovní“ délku zubu → délka zubu se zvětší při stejné šířce věnce
- pro přenos největších výkonů

### Nevýhody

- vznik axiální síly; je-li velká, je nutné použít k jejímu zachycení radiálně axiálního ložiska
- vyšší náklady na výrobu

### Axiální sílu lze eliminovat

- použitím ozubeného kola na jedné hřídeli (hřídel předlohový) s opačným úhlem sklonu zubu  $\beta$
- použitím zubů dvojnásobně šikmých nebo šípových



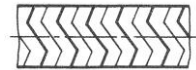
Kolo s dvojnásobně šikmými zuby - uprostřed šířky se zhotovuje drážka, aby nástroj při výrobě nepoškodil protější profil zubu; použití - parní turbíny.



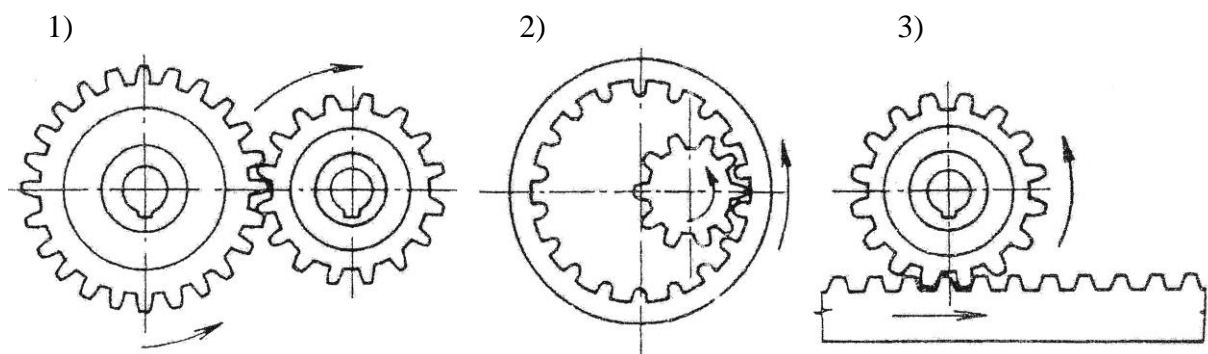
Kolo se šípovými zuby - zuby jsou nejpevnější uprostřed šípů a proto se doporučuje pohyb ve směru šípů; menší přesnost; použití - pro malé obvodové rychlosti.



Kolo s dvojnásobně šípovými zuby - umožňuje otáčení v obou směrech;  
použití - u reverzních válcovacích stolic.

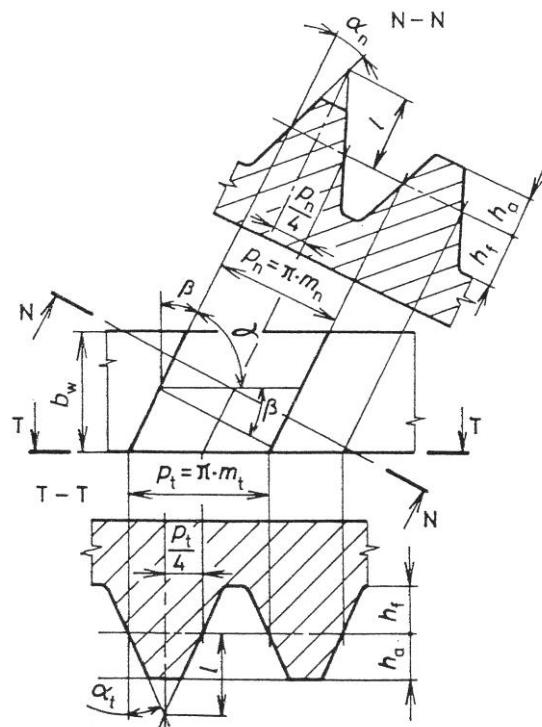


Při záběru dvou rozměrově nepříliš odlišných kol užíváme kola se šikmými zuby s vnějším ozubením (1). Tyto kola mají opačný smysl otáčení. Pokud tedy potřebujeme převod se stejným smyslem otáčení hřídelí, řešíme to vsazením třetího kola do převodu. Pokud realizujeme převod se dvěma rozměrově odlišnými koly, použijeme ozubené soukolí s vnitřním ozubením (2). Toto soukolí má shodný smysl otáčení kol a tedy i hřídelí. Výhodou převodu je i malá osová vzdálenost hřídel daná rozdílem poloměrů roztečných kružnic. Pokud má jedno z ozubených kol průměr roztečné kružnice „nekonečno“ vzniká tzv. ozubený hřeben. Tímto způsobem je možno realizovat přeměnu pohybu otáčivého na přímočarý a naopak (3).



Základní profil Z - u kol se šikmými zuby rozeznáváme

- normálový profil zubů  
profil zubů v normálové rovině N - N  
kolmé na boční přímkou zubů; je totožný  
s normalizovaným základním profilem  
(index  $\underline{n}$ )
- čelní profil zubů  
profil zubů v čelní rovině T - T (index  $\underline{t}$ )



# Výpočet rozměrů čelního soukolí se šikmými zuby (soukolí N)

Název		Označení	Vzorce	
			Pastorek	Kolo
Počet zubů DR <sup>1)</sup>	dáno	$z$	$z_1 \geq z_{p \min}$	$z_2 \geq z_{p \min}$
Modul nástroje DR		$m$	$m = m_n$	
Úhel záběru nástroje DR	ČSN 01 4607	$\alpha$	$\alpha = \alpha_n = 20^\circ$	
Smysl stoupání šroubovice DR			levý	pravý
Šířka ozubení K <sup>2)</sup>		$b$	$b = \psi_m \cdot m_n$	
1. dána vzdálenost os				
Úhel sklonu zubu DR K		$\beta$	$\cos \beta = \frac{m_n}{2a} \cdot (z_1 + z_2)$	
2. dán úhel sklonu zubu				
Vzdálenost os DR		$a$	$a = \frac{m_n}{2 \cos \beta} \cdot (z_1 + z_2)$	
Čelní modul DR		$m_t$	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$	
Čelní úhel záběru		$\alpha_t$	$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta}$	
Průměr roztečné kružnice DR		$D$	$D_1 = z_1 \cdot m_t$	$D_2 = z_2 \cdot m_t$
Výška hlavy		$h_a$	$h_a = m_n$	
Hlavová vůle zubů		$c_a$	$c_a = 0,25m_n$	
Výška paty zubu		$h_f$	$h_f = m_n + c_a = (1 + 0,25) m_n$	
Výška zubu DR		$h$	$h = h_a + h_f$	
Průměr hlavové kružnice K		$D_a$	$D_{a1} = D_1 + 2h_a$	$D_{a2} = D_2 + 2h_a$
Průměr patní kružnice		$D_f$	$D_{f1} = D_1 - 2h_f$	$D_{f2} = D_2 - 2h_f$
Stoupání šroubovice		$L$	$L_1 = \frac{\pi \cdot D_1}{\operatorname{tg} \beta}$	$L_2 = \frac{\pi \cdot D_2}{\operatorname{tg} \beta}$
Normálová rozteč		$t_n$	$t_n = \pi \cdot m_n$	
Čelní rozteč		$t_t$	$t_t = \pi \cdot m_t$	
Normálová tloušťka zubu		$\hat{s}_n$	$\hat{s}_{n1} = \hat{s}_{n2} = \frac{t_n}{2}$	
Počet zubů porovnávacího kola		$z_n$	$z_{n1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} \geq 17$	$z_{n2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} \geq 17$

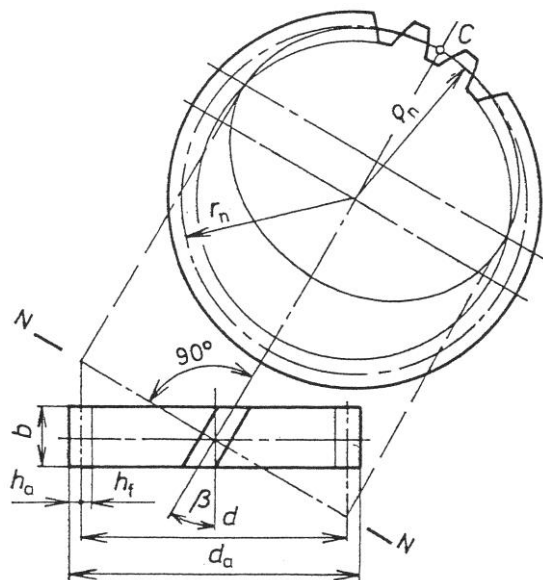
## Podřezání zubu

Je to zeslabení zubu v patě; dochází k tomu u kol s malým počtem zubů. Zeslabení paty se nepříznivě projevuje při namáhání zubu na ohyb → hrozí jeho ulomení.

Určení počtu zubů u válcových ozubených kol se šikmými zuby, u kterých by nemělo prakticky dojít k podřezání, se provádí pomocí tzv. porovnávacího (virtuálního) kola.

Jedná se o myšlené kolo s přímými zuby, jehož profil je shodný s profilem zubu šikmého ozubení v normálové rovině. Řez roztečným válcem v normálové rovině je elipsa.

V blízkosti valivého bodu C ji nahradíme kružnicí křivosti o poloměru  $\rho_n = r / \cos^2 \beta$ ;  $\rho_n = r_n$  je poloměr porovnávacího kola. Počet zubů porovnávacího kola  $z_n = z / \cos^3 \beta$ ,  $z$  - počet zubů kola se šikmými zuby,  $z_n$  - nemusí být celé číslo. Pro kolo se šikmými zuby, u něhož nemá nastat podřezání paty zubu, musí platit  $z_n \geq 14$ .



## Otázky

1. *Uved'te výhody ozubených kol se šikmými zuby; srovnejte ozubení se šikmými a příkými zuby.*
2. *Nakreslete základní profil „Z“ ozubeného hřebene se šikmými zuby se všemi jeho parametry.*
3. *Stanovte základní rozměry ozubeného kola N se šikmými zuby, je-li dán počet zubů  $z=21$ , modul  $m=2$  mm, úhel sklonu zubu  $\beta=15^\circ$ , úhel záběru  $\alpha=20^\circ$ .*

## Literatura, použité zdroje textu a obrázků

- Ing. Bohumil Friesleben - Základy strojnictví, Vydala ALBRA - pedagogické nakladatelství Úvaly
- R. Kříž a kol. – Stavba a provoz strojů II Převody, vydalo SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, 113 02 Praha 1
- ostatní obrázky vlastní dílo