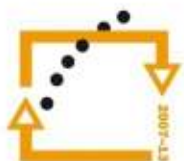




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Převody a mechanizmy

Téma: Planetové převody

Autor: Ing. Magdalena Svobodová

Číslo: VY_32_INOVACE_15 – 07

Anotace: *Princip práce planetových převodů. Otáčky a převodová čísla planetových soukolí. Základní rovnice planetového převodu. Schéma jednoduchého planetového soukolí. Využití planetových převodů. DUM je určen pro studenty třetího ročníku strojírenských oborů. Vytvořeno: září 2013*

Základní pojmy u planetových ozubených převodů

Planetové převodovky se skládají z jednoho, ale většinou několika planetových soukolí ovládaných spojkami a brzdami.

Planetové převody jsou převody ozubenými koly, které se skládají z centrálního kola, unášeče, satelitů a korunového kola (korunové kolo nemusí být vždy součástí planetového převodu). Jejich název je odvozen z názvosloví astronomického. Stejně jako obíhají planety kolem slunce, obíhají satelity kolem centrálního kola.

Všechny druhy planetových soukolí s čelními koly lze obdobně uspořádat s kuželovými koly.

Výhody planetových převodů:

- ▶ Velký převodový poměr a malé rozměry.
- ▶ Ozubená kola mají malé moduly.
- ▶ Hnací i hnaný hřídel jsou souosé.
- ▶ Odlehčení ložisek při použití převodů s větším počtem satelitů.
- ▶ Tuhá konstrukce.
- ▶ Tichý chod.
- ▶ Velká životnost.
- ▶ Dobrá účinnost (nad 0,97).

Základní pojmy u planetových ozubených převodů

Nevýhody planetových převodů:

- ▶ Je nutná přesnější výroba i montáž.
- ▶ Unášeče nemohou mít vysoké otáčky (dynamické účinky odstředivých sil).
- ▶ Nutnost dobrého mazání.
- ▶ Při malém převodu planetová převodovka potřebuje více kol než převodovka předlohová.

Planetové převody se využívají u obráběcích a textilních strojů, automobilů, traktorů i leteckých motorů. Velice častým využitím planetového převodu s kuželovými koly je souměrný kuželový diferenciál.

Pro planetové převody s korunovým kolem platí následující rovnice:

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = n_U \cdot (z_1 + z_2)$$

n_1	otáčky centrálního kola
n_2	otáčky korunového kola
n_U	otáčky unášeče satelitů
z_1	počet zubů centrálního kola
z_2	počet zubů korunového kola

Jednoduché planetové soukolí s korunovým kolem

Z předchozí rovnice je zřejmé, že se jedná o ústrojí se dvěma stupni volnosti. Aby se z něho stal mechanismus použitelný jako převod (s jedním stupněm volnosti), je nutné uvést do závislosti dva členy z trojice centrální kolo, korunové kolo a unášeč nebo některý člen zastavit. Satelity nemají vliv na převod, ale s větším počtem satelitů jsou odlehčena ložiska základních členů.

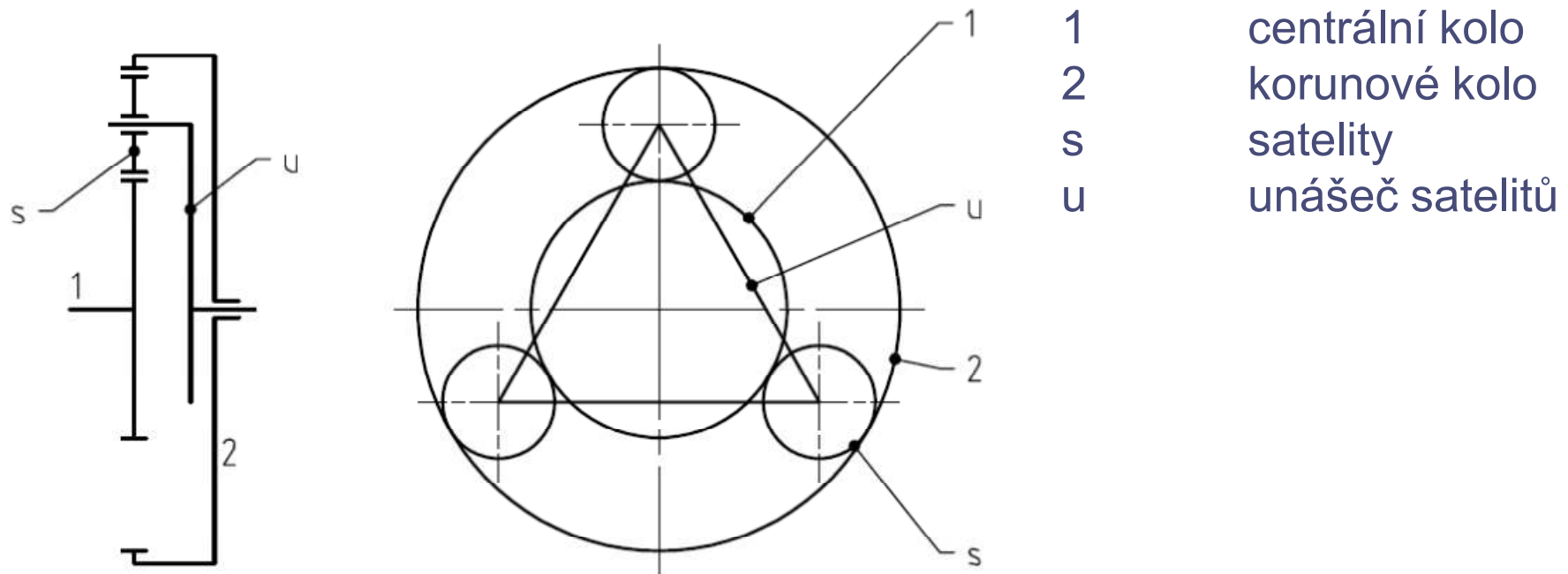


Schéma jednoduchého planetového soukolí s korunovým kolem

Jednoduché planetové soukolí s korunovým kolem

Zabrzděním centrálního kola ($n_1 = 0$) dostaneme vztah:

$$n_2 = n_U \cdot \frac{z_1 + z_2}{z_2}$$

Zabrzděním korunového kola ($n_2 = 0$) lze určit otáčky centrálního kola ze vztahu:

$$n_1 = n_U \cdot \frac{z_1 + z_2}{z_2}$$

Počet použitelných satelitů u planetových převodů je v rozmezí 2 až 5. Nejčastěji se používají tři satelity. Pro rovnoměrné rozložení satelitů musí platit rovnice:

$$\frac{z_1 + z_2}{y} = \text{celé číslo}$$

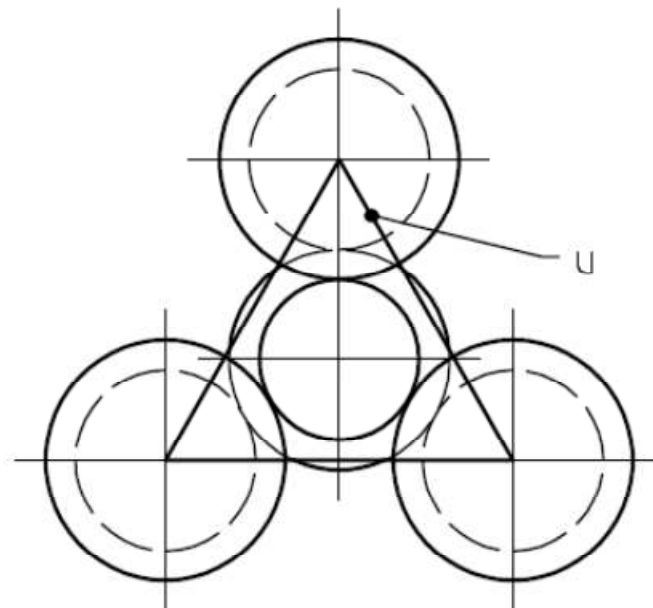
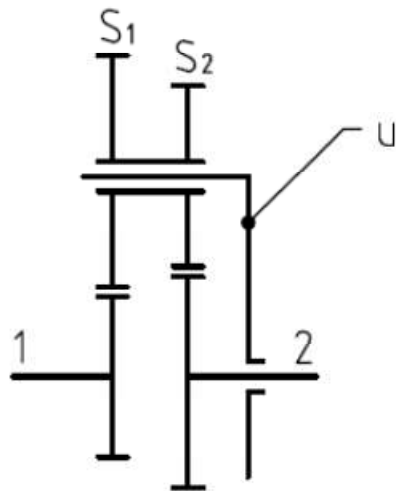
y počet satelitů

Planetové převody nemusí mít uspořádání s korunovým kolem. Uspořádání bez korunového kola dovoluje velký rozsah převodů, má však větší počet kol, než planetový převod s korunovým kolem.

Jednoduché planetové soukolí bez korunového kola

Je-li pohon spojen s kolem 1 (u planetového soukolí bez korunového kola s uspořádáním dle následujícího schéma), jedná se o redukci převodu a vztah pro převodový poměr je:

$$i = \frac{Z_{S1} \cdot Z_2}{Z_1 \cdot Z_{S2}}$$



1,2 centrální kola
S1,S2 satelity
u unášeč satelitů

Schéma jednoduchého planetového soukolí bez korunového kola

Jednoduché planetové soukolí bez korunového kola

Je-li pohon spojen s kolem 2 (u planetového soukolí bez korunového kola) je vztah pro převodový poměr:

$$i = \frac{z_{S2} \cdot z_1}{z_2 \cdot z_{S1}}$$

Podmínkou, aby převod při rovnoměrném rozdělení satelitů byl smontovatelný, je platnost následující rovnice:

$$\frac{z_{S2} \cdot z_1 - z_{S1} \cdot z_2}{y} = \text{celé číslo}$$

y

počet satelitů

z_1

počet zubů centrálního kola 1

z_2

počet zubů centrálního kola 2

z_{S1}

počet zubů satelitu 1

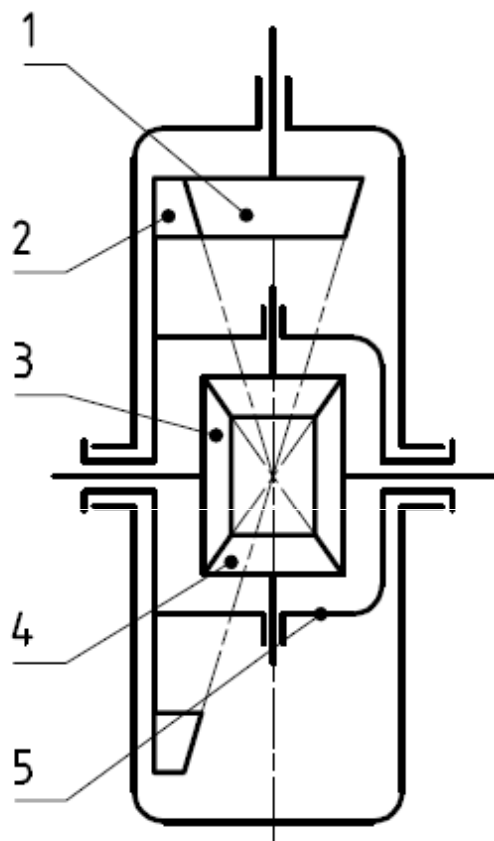
z_{S2}

počet zubů satelitu 2

Další nutnou podmínkou pro smontovatelnost je, aby zuby kol z_{S1} a z_{S2} byly vůči sobě u všech dvousatelitů ve stejné poloze.

Planetové převody s kuželovými koly

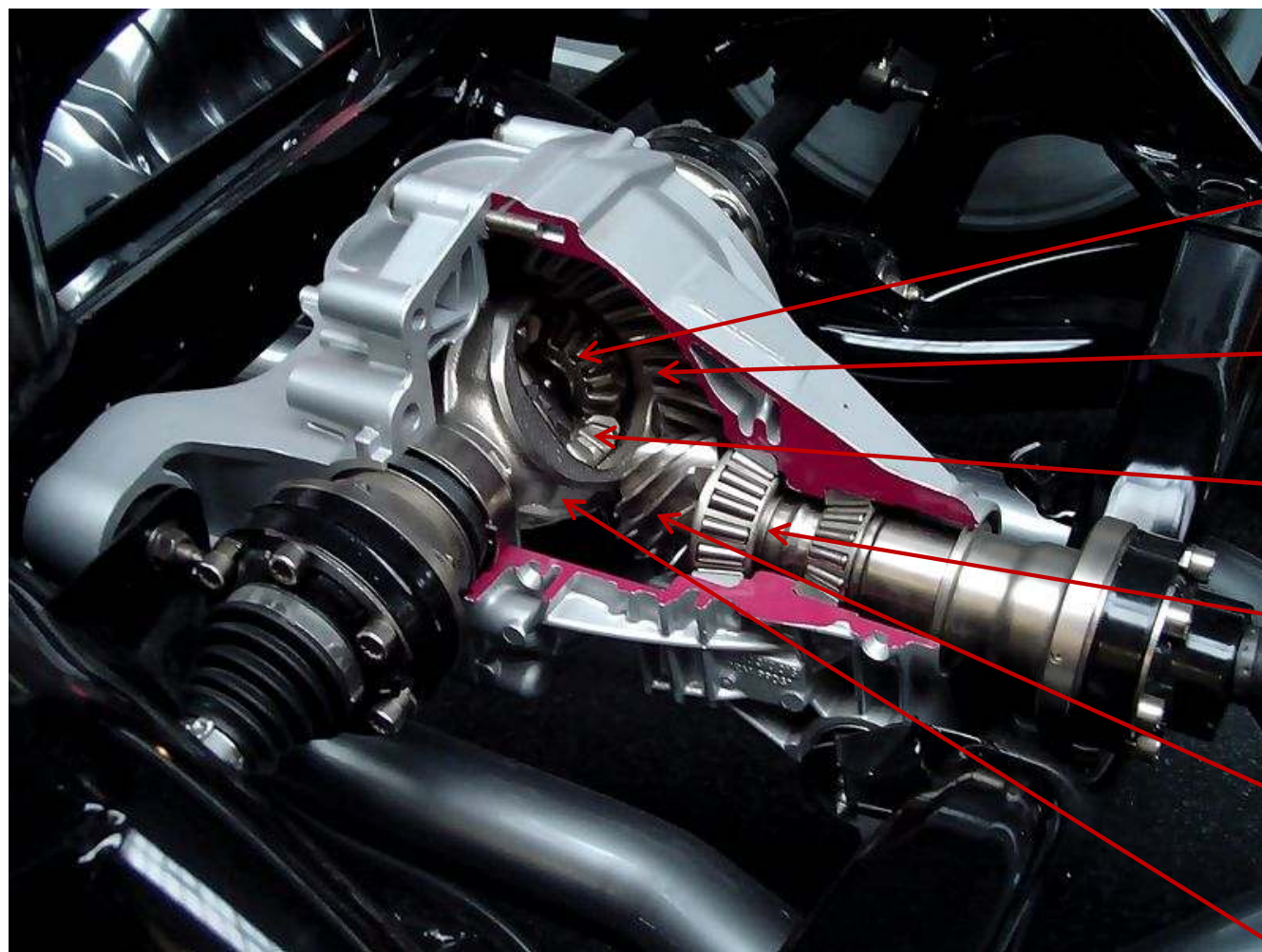
Pro planetové převody s kuželovými koly platí stejné kinematické i statické vztahy jako pro planetová soukolí s čelními koly. Nejčastěji jsou planetové převody s kuželovými koly použity u automobilového diferenciálu. Jeho schéma je na následujícím obrázku.



- 1 hnací pastorek
- 2 talířové kolo
- 3 centrální planetová kola
- 4 satelity
- 5 unášec satelitů (klec)

Schéma automobilového diferenciálu

Příklad automobilového diferenciálu



Kolo
výstupního
hřídele

Talířové kolo

Satelity

Vstupní hřídel

Hnací pastorek

Unášeč (klec)

Automobilový diferenciál [5].

Kontrolní otázky

- ▶ Nakreslete schéma jednoduchého planetového převodu s čelními koly a vysvětlete jeho princip činnosti.
- ▶ Nakreslete a popište schéma automobilového diferenciálu s kuželovými koly.
- ▶ Na následujícím obrázku popište jednotlivé části automobilového diferenciálu.



Automobilový diferenciál [6]

Použitá literatura

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů II: Převody*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1978. L13-C2-V-33f/25560.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
5. [cit. 2013-08-10]
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fe/Differentialgetriebe2.jpg/800px-Differentialgetriebe2.jpg>
6. [cit. 2013-08-25]
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/BAUMA_2004_ZF_Differentialgetriebe.jpg/800px-BAUMA_2004_ZF_Differentialgetriebe.jpg