



Hriadeľové spojky –konštruovanie hriadeľových spojok

Zdroje obrázkov:

Homišín J. a kol: Základy konštruovania

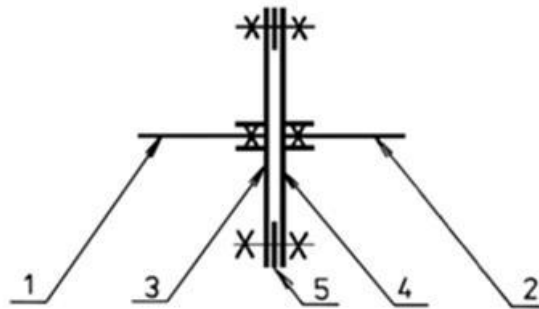
<https://slideplayer.cz/slide/14790846/>

<https://slideplayer.cz/slide/4870564/>

<https://slideplayer.cz/slide/4873415/>

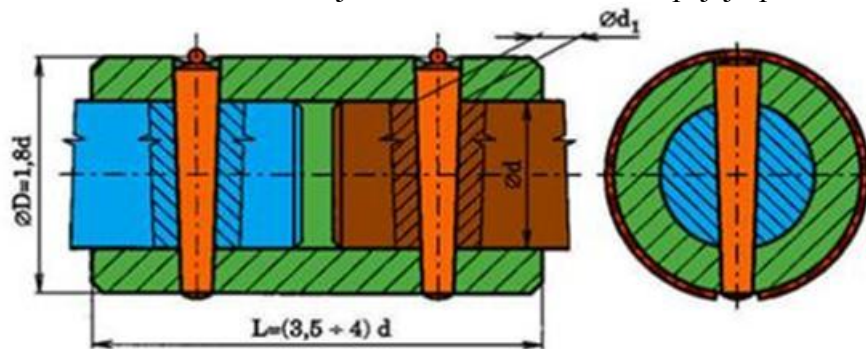
<https://slideplayer.cz/slide/2961688/>

Základná konštrukcia hriadeľových spojok sa skladá z hnacej a hnanej časti spojky alebo označovaných aj ako primárna a sekundárna časť spojok, (obr.: 1- hnací hriadeľ, 2- hnaný hriadeľ, 3 – hnacia časť, 4- hnaná časť, 5- spájací prvok spojky) . Medzi týmito dvoma časťami je zvyčajne umiestnená tretia časť – spájacia, ktorá plní tzv. „ďalšiu“ úlohu. Samotné konštruovanie spojok sa potom zameriava na výpočet, návrh a kontrolu hlavne spájacej - tretej časti spojky.



Rúrková spojka s kolíkmi

Rúrková spojka patrí k spojкам pevným, ktorých úlohou je pevne spájať hriadele zariadení. Hlavnou časťou je rúra ktorú s hriadeľmi spájajú priečne kolíky obr.

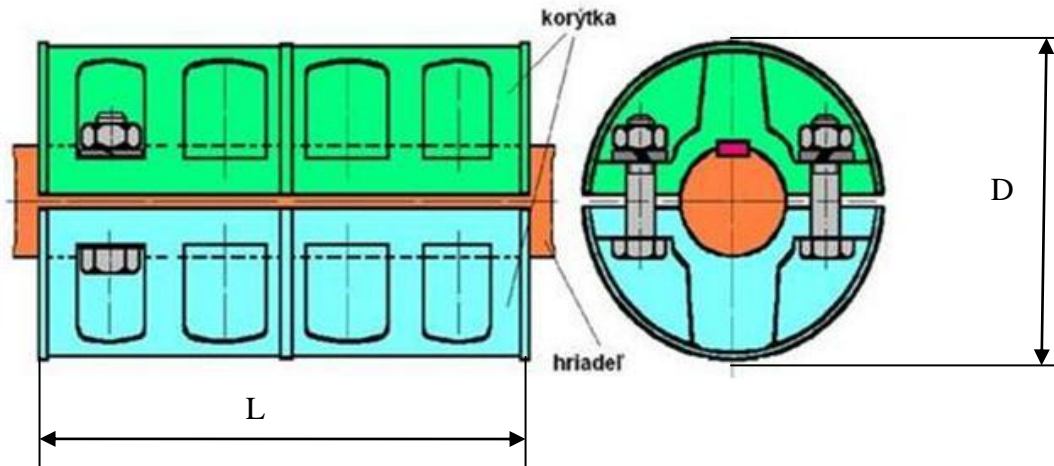


Kolík a objímka sa kontrolujú na strih:



Korýtková spojka

Korýtková spojka je dvojdielnou pevnou spojkou. Táto dvojdielnosť spojky má uľahčiť jej montáž. Obe časti spojky sú spojené skrutkami po oboch stranách obr.



Prevedenie spojky môžeme prirovnať ku kombinácii zverného spoja a spojenia hriadeľa s nábojom pomocou perá.

Prenášaný krútiaci moment spojkou:

Odporúčaná dĺžka spojky $L = (3,5\text{ až }4) \cdot d$
Odporúčany priemer spojky $D = (2,5\text{ až }3) \cdot d$
 d - priemer hriadeľa
 d_1 - priemer skrutky

Sila v skrutke:



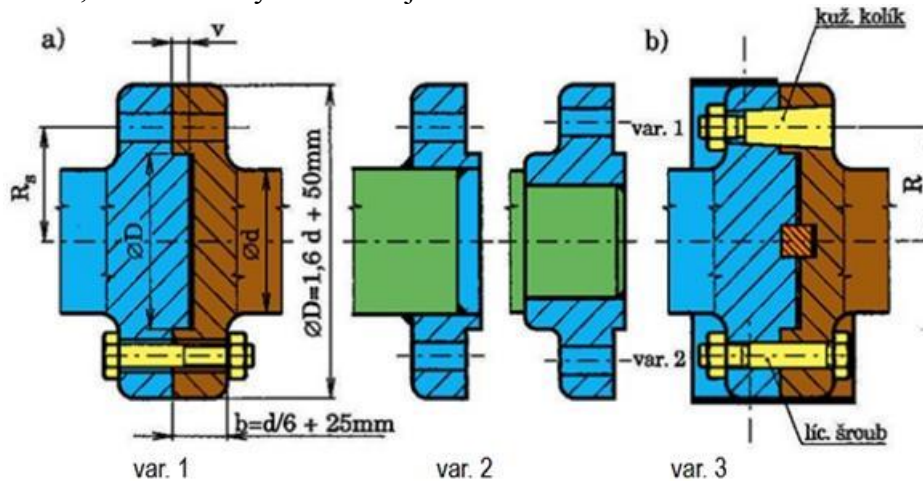
Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

Blok č: 10A

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Prírubová spojka

Prírubová spojka patrí k pevným spojкам. Spojovacie príruby sú súčasťou spájaných hriadeľov. Príruby sú vyhotovené ako výkrovky – v prípade kovaných hriadeľov, alebo ako zvarence, resp. nalisované príruby na hriadeľoch. Prírubová spojka môže byť konštrukčne navrhnutá ako spojenie prírub pomocou trenia, alebo spojenie prírub pomocou strižného kolíka, alebo skrutky namáhanej na strih obr.

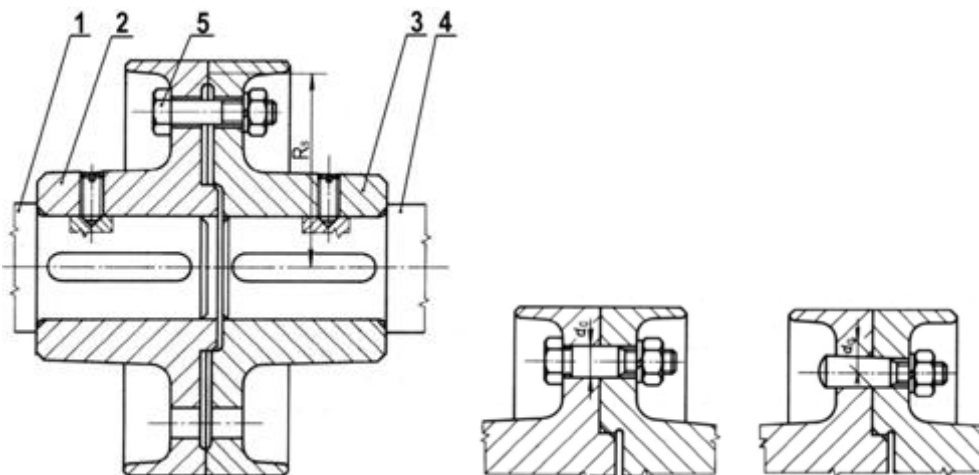


Ak prenos trením, tak prenášaný moment spojky:

Ak prenos skrutkami alebo kolíkmi, tak prenášaný moment spojky:

Kotúčová spojka

Kotúčová spojka patrí k najpoužívanejším pevným spojкам. Kotúče spojky sú k hriadeľu pripevnené tvarovým prvkom (pero, klin a pod.) alebo nalisovaním. Kotúče sú vzájomne zoskrutkované.





Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

Blok č: 10A

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

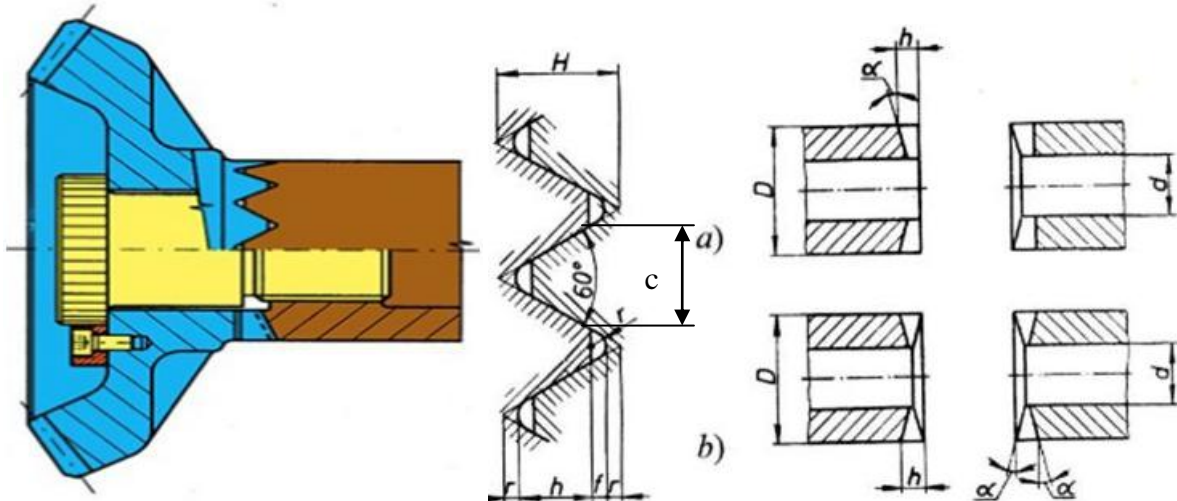
Zoskrutkovaním kotúčov je možné vytvoriť v mieste stykových plôch trenie a potom prenos zaťaženia bude pomocou trecej sily.
Ak prenos trením

Kontrola na odtlačenie stykových plôch:

Ďalšou z možností je použitie lícovanej skrutky alebo strižného kolíka a určenie prenášaného výkonu je obdobne ako v prípade prírubovej spojky.

Hirthova spojka

Hirtová spojka patrí do skupiny zubových spojok. Je to spojka jednoduchej konštrukcie. Zuby sú vytvorené na čelách spojovaných častí ktorými sú zvyčajne rúry, alebo duté hriadele. Počet zubov Hirtovej spojky je potrebné vždy voliť tak aby bol deliteľný 12-timi.



Návrh rozmerov spojky a určenie jej únosnosti vychádza z nasledovných vzťahov:

Napätie v zuboch

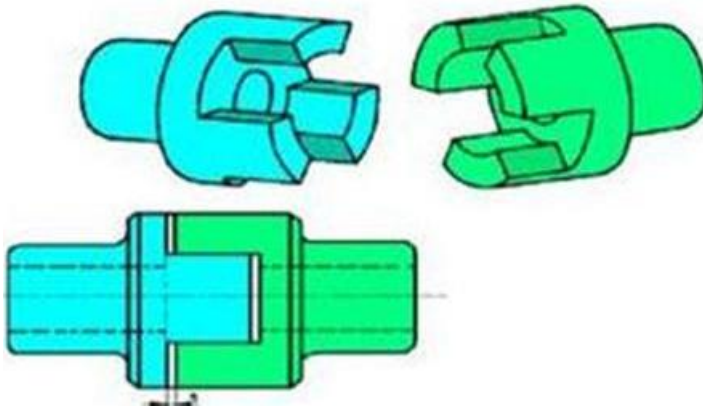


Namáhanie hriadeľa:

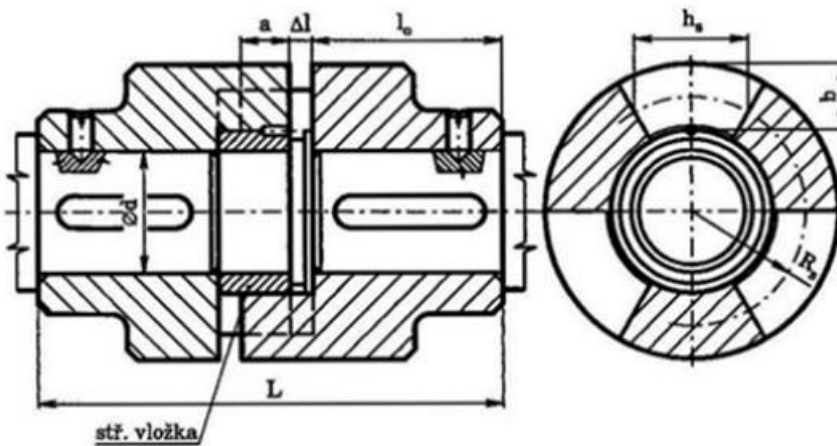
Zubová dilatačná spojka

Hlavnou funkciou dilatačných spojok je eliminovať dilatácie spájaných hriadeľov. Ide predovšetkým o dilatácie, radiálne, axiálne a uhlové.

Zubová dilatačná spojka je veľmi jednoduchej konštrukcie obr., ktorá však umožňuje elimináciu len axiálnych dilatácií.



Výpočtový a rozmerový model spojky je na nasledujúcom obr.. Vychádzajúc z obr. môžeme určiť napätie v zuboch prenášanej spojky.



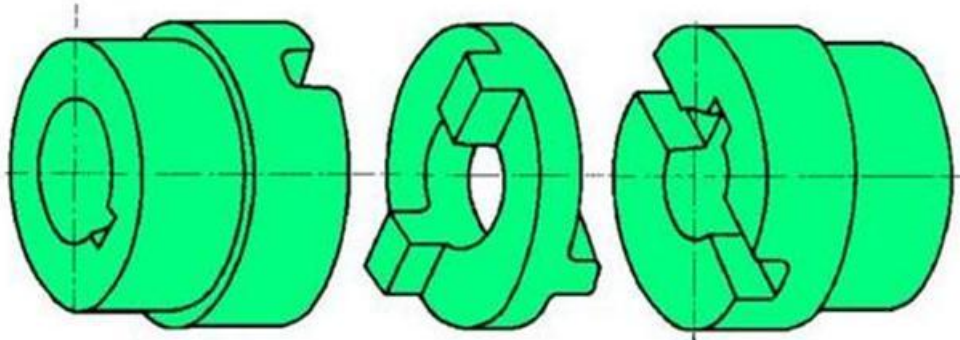
Napätie v zuboch

Vzhľadom k tomu, že sa budú časti spojky po sebe axiálne posúvať je potrebné aby dovolená hodnota p_D nebola viac ako 10MPa. Dovoľené napätie v ohybe sa má pohybovať v rozmedzí 15 až 30 MPa.



Oldhamova spojka

Oldhamová spojka, alebo aj nazývaná spojka s krížovým kotúčom, je dilatačnou spojkou ktorá účinne eliminuje radiálne dilatácie spájaných hriadeľov. Nevýhodou je, že pri eliminácii radiálnej dilatácie dochádza k vysunutiu strednej časti mimo os rotácie, čo spôsobuje nevyváženosť systému. Vzhľadom k tomu, že počas rotácie sa stredná časť posúva, dochádza ku jej opotrebeniu a k stratám na prenášanom výkone.

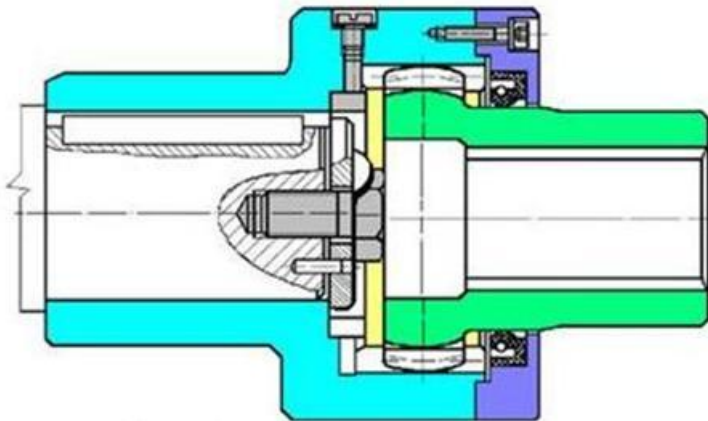


Tlakové napätie v zuboch sa určí:

- d- vnútorný priemer strednej časti
- D- vonkajší priemer strednej časti
- e- excentricita strednej časti
- h- činná výška zubov

Zubová výkyvná spojka

Zubová výkyvná spojka svojou vhodnou konštrukciou (z hľadiska vyváženosti) patrí k často aplikovaným dilatačným spojkám. Tento druh spojky je schopný eliminovať malé axiálne dilatácie a uhlové dilatácie. V prevedení ako dvojité zubové spojky je možné ju použiť aj na eliminovanie malých radiálnych dilatácií. Základ spojky tvoria ozubené kolesa s rovnakým počtom zubov z ktorých je jedno s vnútorným ozubením a druhé s vonkajším ozubením obr.





m - modul ozubenia
 R – polomer rozstupovej kružnice
 z – počet zubov
 b - šírka zubov
 s_p – hrúbka zuba
 ρ – polomer zaoblenia zuba

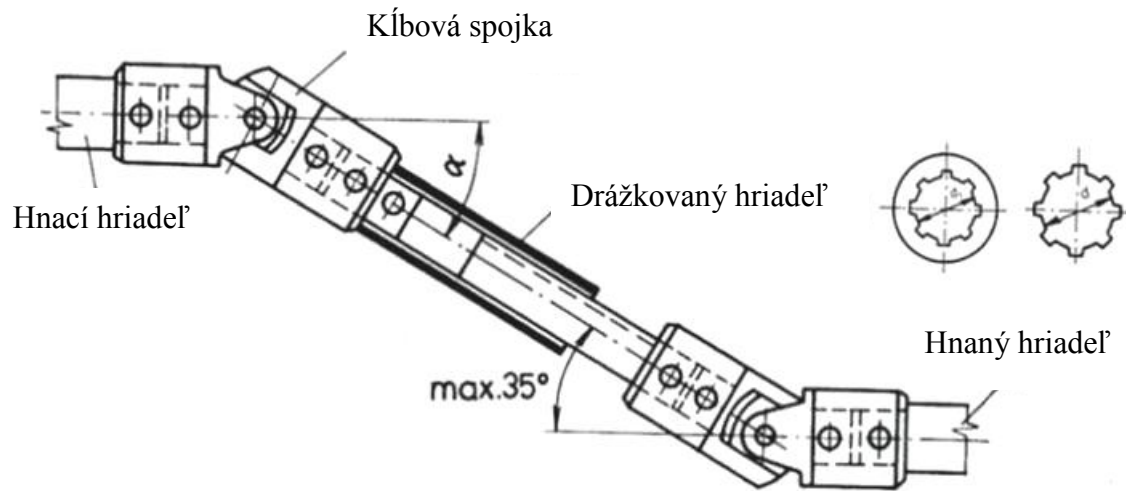
Kĺbová spojka

Kĺbové spojky sú veľmi účinné dilatačné spojky, ktoré vhodnou kombináciou a vhodným usporiadaním sú schopné eliminovať radiálne, axiálne ale aj uhlové dilatácie. Konštrukčné prevedenie kĺbovej spojky môže byť vytvorené rôznymi druhmi kĺbov vid' obr. blok 8.

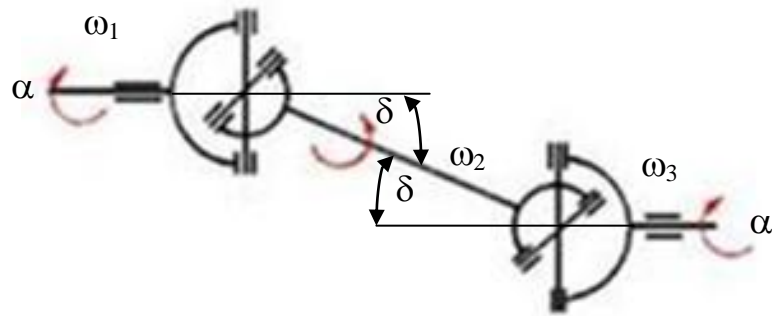
Jedným z najčastejšie používaných kĺbov je krížový kĺb obr.



Kĺbová spojka je však producentom nerovnomerného rotačného pohybu a preto je nevyhnutné aby boli kĺbové spojky radené vo dvojici obr.



Vychádzajúc zo schémy definujeme uhlové rýchlosti častí spojky.



Pomer uhlových rýchlostí

Premenlivý dynamický moment na hriadeľi 2:

Účinnosť kľbovej spojky pre $\delta=40^\circ$

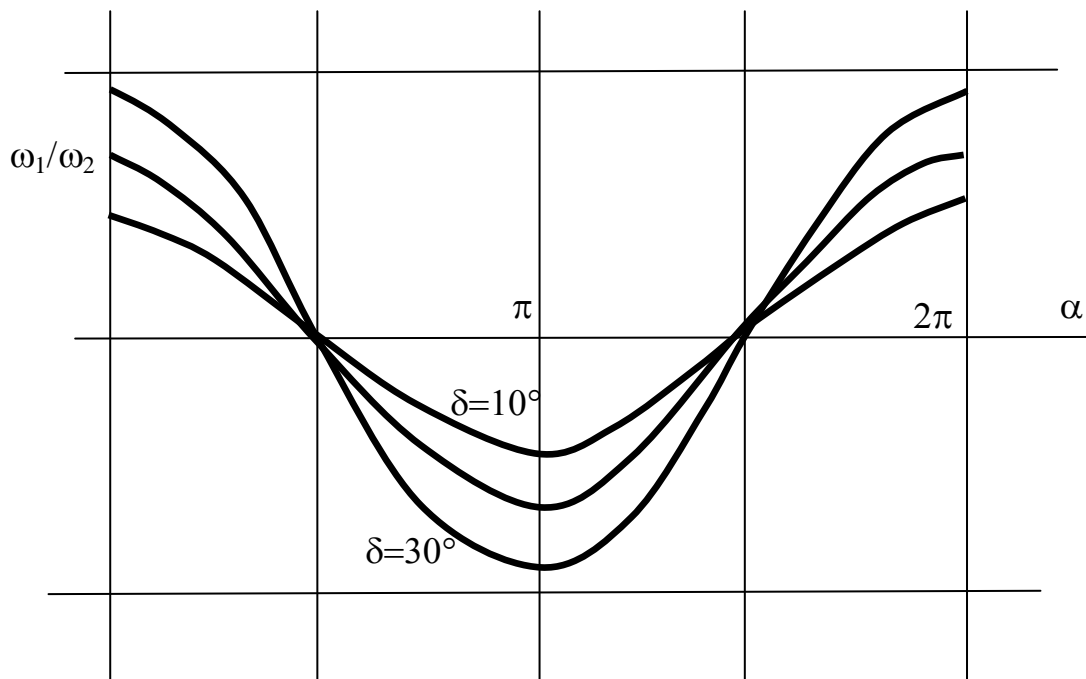


Krajné hodnoty momentov:

Výsledná hodnota krútiaceho momentu hriadeľa 2:

Podmienka konštantných rýchlostí:

Bude splnená ak $\delta_1 = \delta_3$



Ako vyplýva zo vzťahov a grafu uvedených vyššie je nevyhnutné aby boli dodržané základne konštrukčné pravidlá pre použitie kĺbových spojok, tieto pravidlá sú na zhrnuté na nasledujúcich obr.

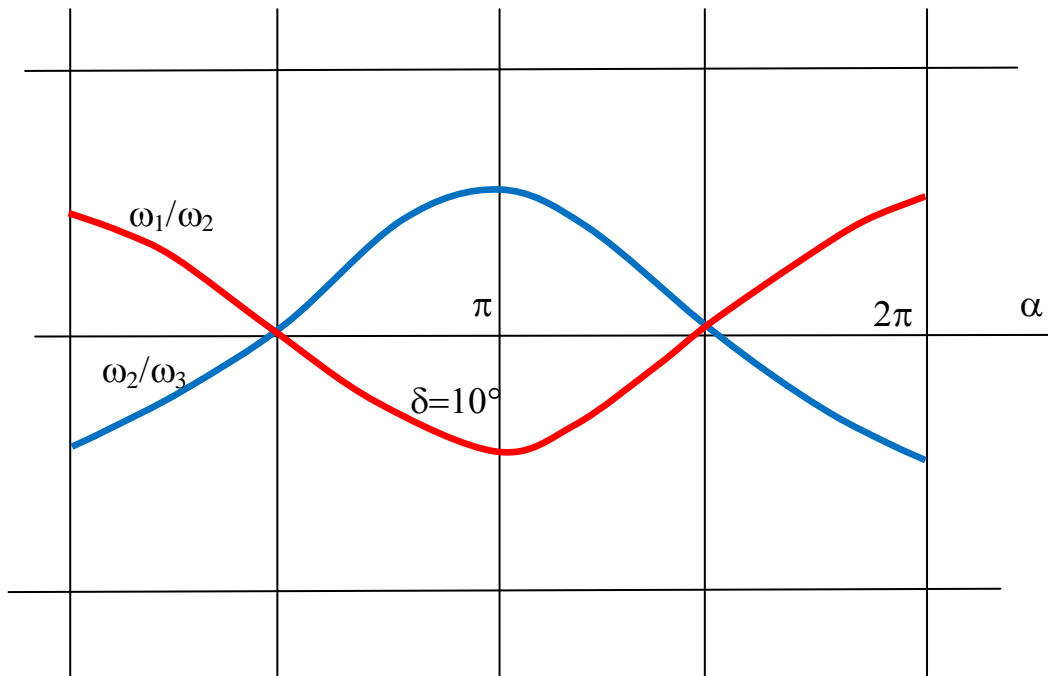
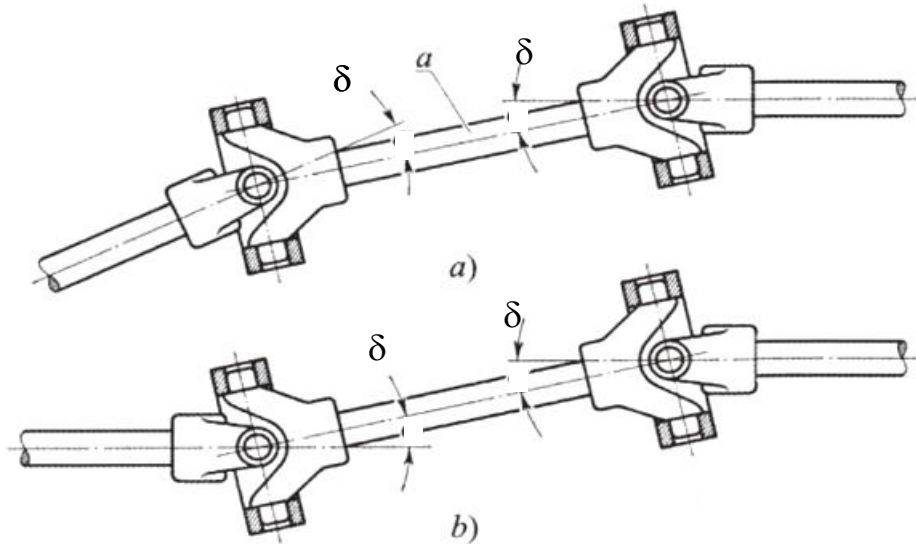


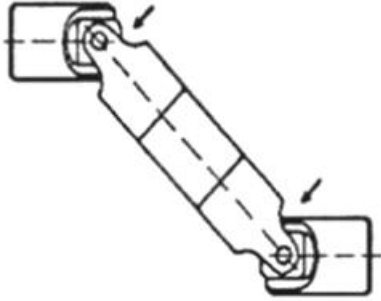
Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

Blok č: 10A

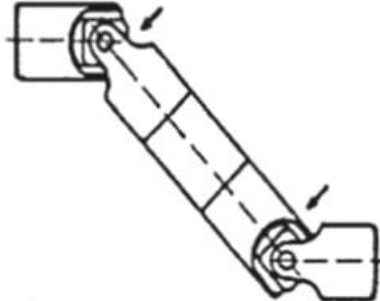
Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

A. Uhol sklonu vstupného a výstupného hriadeľa musí byť rovnaký. Potom je možné vytvoriť usporiadanie spojok v tvare písmena „Z“ alebo „U“.

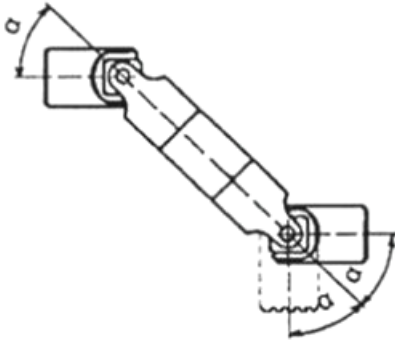




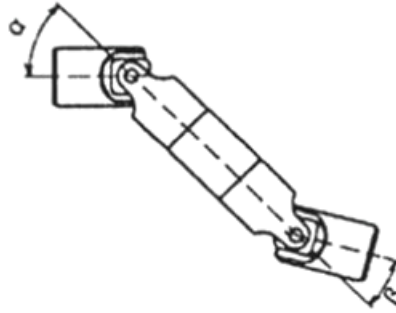
Vhodné usporiadanie vidlíc kĺbov.



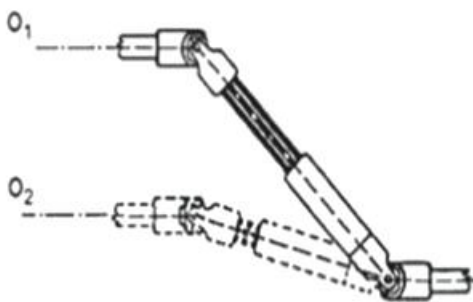
Nevhodné usporiadanie vidlíc kĺbov
- pootočená o 90°



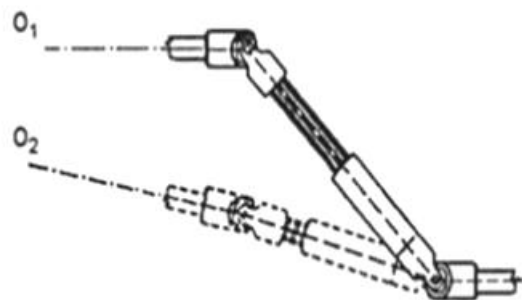
Vhodný sklon kĺbov.



Nevhodný sklon kĺbov.



Vhodné riešenie: osi kĺbov sú rovnobežné



Nevhodné riešenie: osi kĺbov sú rôznobežné

<https://www.youtube.com/watch?v=gmV4qwLfOMY>



Aplikačné príklady vhodné a nevhodné riešenia

Nevhodné



Vhodné





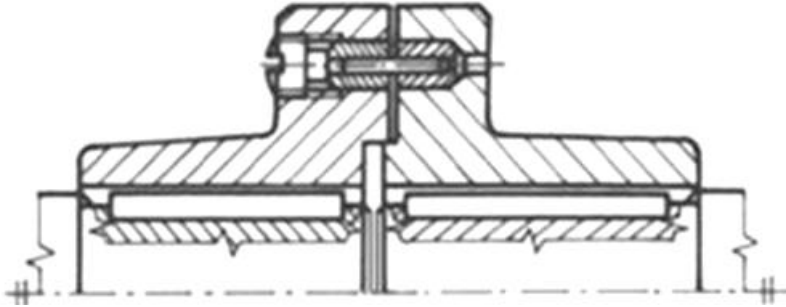
Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

Blok č: 10A

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Poistná spojka- kolíková

Poistné spojky sú nevyhnutnou súčasťou takých reťazcov, v ktorých je nutné ochrániť jednotlivé časti pohonu od nadmerného namáhania. Kolíková poistná spojka patrí do kategórie poistných spojok s deštruktívnym členom.



Maximálny krútiaci moment ktorým môže byť zaťažená spojka je závislí od deštruktívneho člena – strižného kolíka:

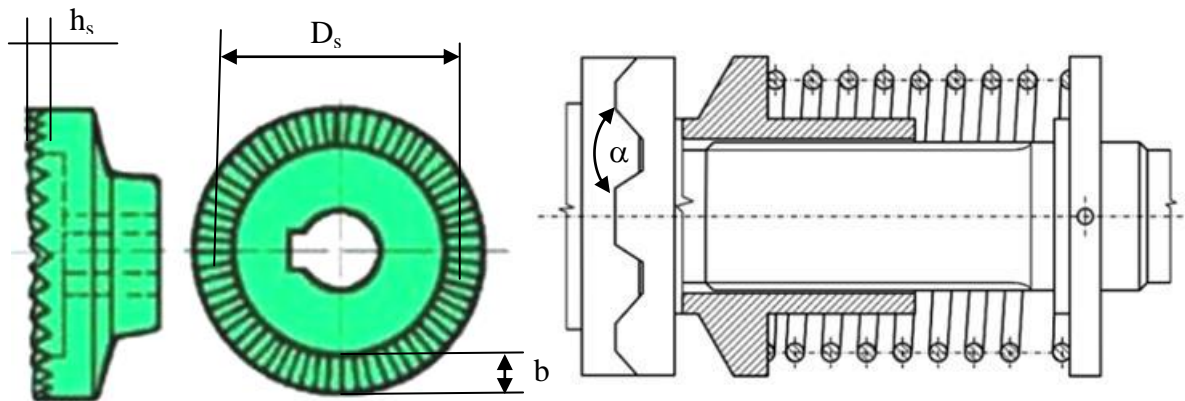
i - počet strižných kolíkov

d – priemer strižného kolíka

D_1 – rozstupový priemer umiestnenia strižných kolíkov

Poistná spojka- zubová

Táto poistná spojka pracuje na princípe vyskočenia (preskočenia) zubov spojky od preťaženia a tým k odpojeniu jej jednotlivých častí. Odpojenie častí zubovej spojky dôjde v momente ak axiálna sila v zuboch bude väčšia ako pritlačná sila pružiny.



Silové pomery v spojke:

Axiálna sila – sila v pružine:



V aplikačnej praxi zvyčajne tvar zubov je volený tak aby platilo: $F_a \approx 0,8 \cdot F$

Tlak v zuboch:

Kde:

h_s – výška zuba na rozstupovej kružnici

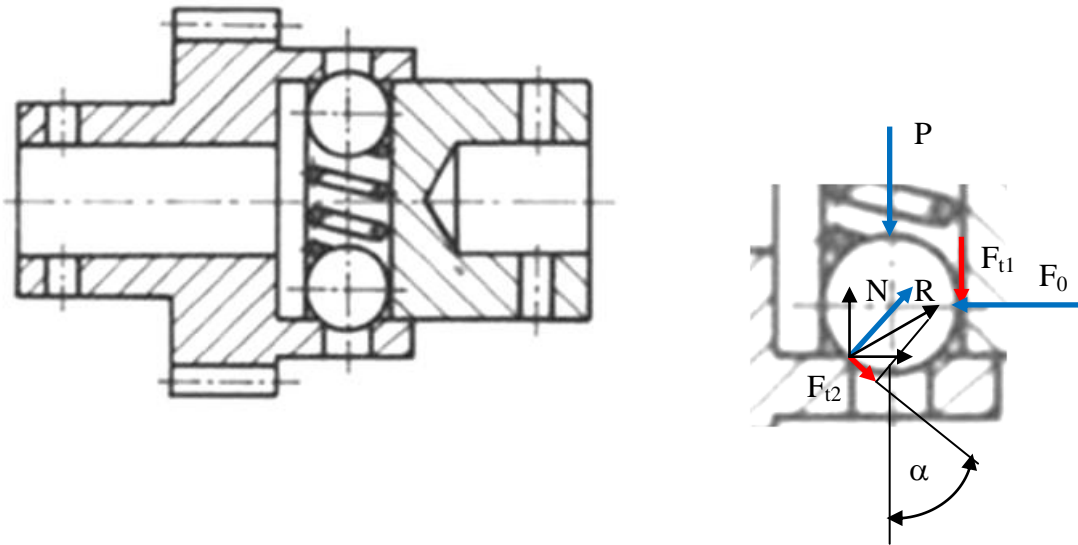
D_s – priemer rozstupovej kružnice

b – šírka zuba

α – vrcholový uhol zuba

Poistná spojka- guľková

Funkcia tejto spojky je podobná ako v prípade zubovej poistnej spojky, len miesto zubov sú požiťé guľčičky, ktoré môžu byť konštrukčne usporiadané ako axiálne, alebo radiálne vid' obr. v blok 8.



Silové pomery v spojke potom určíme nasledovne:

F_0 – obvodová sila

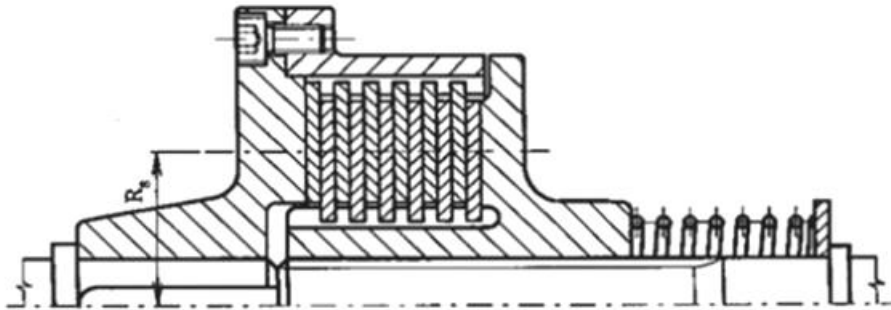
Sila v pružine:



Po dosadení za N:

Poistná spojka- trecia

Poistná trecia spojka môže byť konštruovaná ako jedno lamelová alebo viac lamelová. Lamely sú k sebe pritláčané silou pružín. Trecia sila medzi lamelami zabezpečuje prenos zaťaženia. V prípade ak dôjde k preťaženiu, tak lamely začnú po sebe kĺzať. Pri kĺzaní lamiel dochádza k ich ohrevu, čo pri môže byť následne príčinou ich poškodenia.

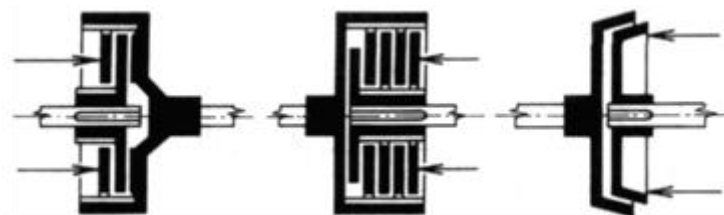


Prenášaný moment spojkou - Trecí moment vyjadríme ako pri trecích spojkách:

Po prekonaní trecieho momentu dôjde k prešmykovaniu spojky.
Pozor! – hrozí prehriatie spojky.

Trecie spojky - výsuvné

Trecie spojky môžu byť konštruované ako s jednou trecou plochou - jednolamelové, viaclamelové alebo kuželové obr. Dôležitou funkčnou vlastnosťou je predovšetkým spôsob zopnutia alebo rozopnutia týchto spojok.



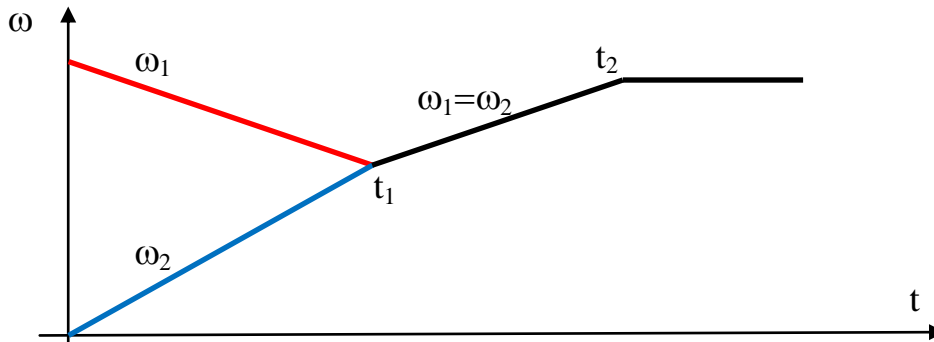


Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

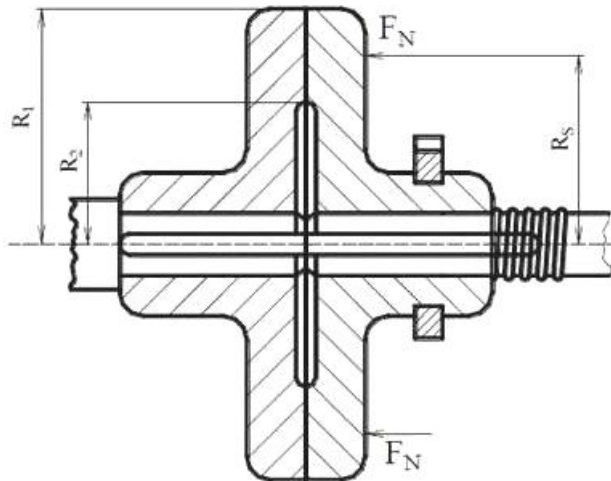
Blok č: 10A

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Ako môžeme na nasledujúcom grafe vidieť, trecími spojkami je možné vhodne riadiť priebeh zopnutia hnacieho a hnaného riadeľa, tak aby sme dosiahli požadované vyrovnanie otáčok hriadeľov v určitom časovom okamžiku t_1 . Od tohto okamžiku zrýchľujú hriadele spoločne do okamžiku t_2 , kedy dosiahnú pracovné otáčky.



Trecia spojka s jednou trecou plochou



Prenášaný moment spojkou pri jednej trecej ploche:

Pre obloženie z tvrdých materiálov keď $p = \text{konšt.}$

Pre obloženie z mäkkých materiálov keď $p \cdot v = \text{konšt.}$



Dovolený tlak v spojke:

P_0 – tlak v trecej ploche závislí od použitého trecieho materiálu

c_v – súčiniteľ obvodovej rýchlosti

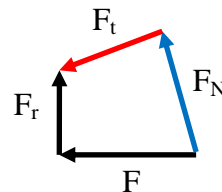
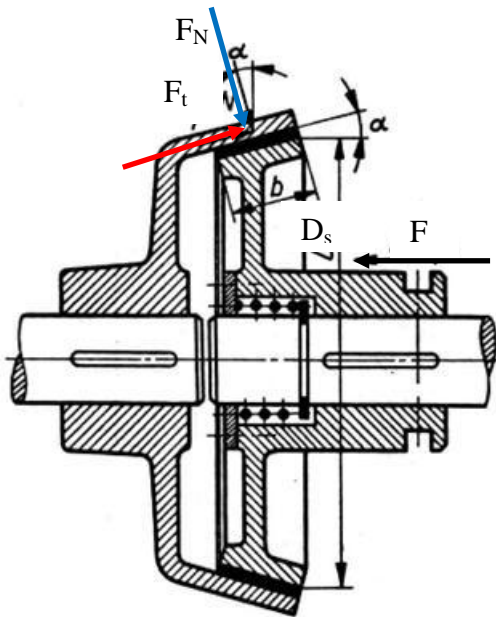
v – obvodová rýchlosť

c_i – súčiniteľ počtu stukových plôch – charakterizuje nerovnomerné zaťaženie lamiel.

Do počtu $i=3$ je $c_i = 1$, potom tento súčiniteľ klesá, pre $i=11$ je $c_i = 0,76$.

Trecie spojky – výsuvné kuželové

V prípade aplikácie kuželových trecích spojok je nevyhnutné aby medzi spájanými hriadeľmi bola dosiahnutá veľmi presná súosovosť. Tieto spojky sú vhodné pre malé a stredné zaťaženia. Kuželovitosť nesmie byť príliš veľká (12° až 20° podľa druhu trecieho materiálu), lebo by mohla obmedzovať vypínanie spojky. Z tohto dôvodu je potrebné skontrolovať samosvornosť spojky podľa podmienky: $\tan \varphi < \tan \alpha$



F_t – trecia sila

F – prítlačná sila

F_N – normálová sila

F_r – radiálna (rozperná) sila

Sila prítlaku:

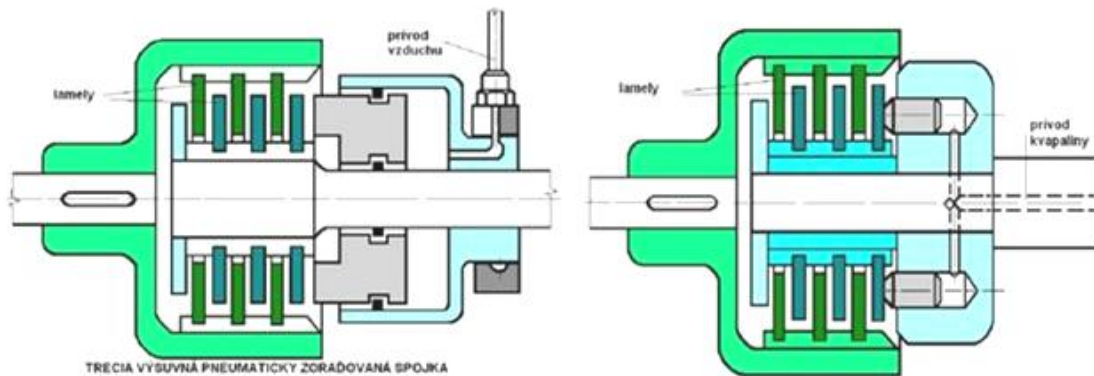


Prenášany moment spojku:

Kontrola na odtlačenie:

Trecie spojky – lamelové

Lamelové spojky sú vhodné pre široký rozsah krútiacích momentov. Pozostávajú s kombinácie vnútorných a vonkajších lamiel, ktoré sú k sebe pritláčané prítlačnou silu.



Prenášany moment spojku:

i - počet trecích ploch, zvyčajne ak n - počet lamiel, tak $i = n - 1$

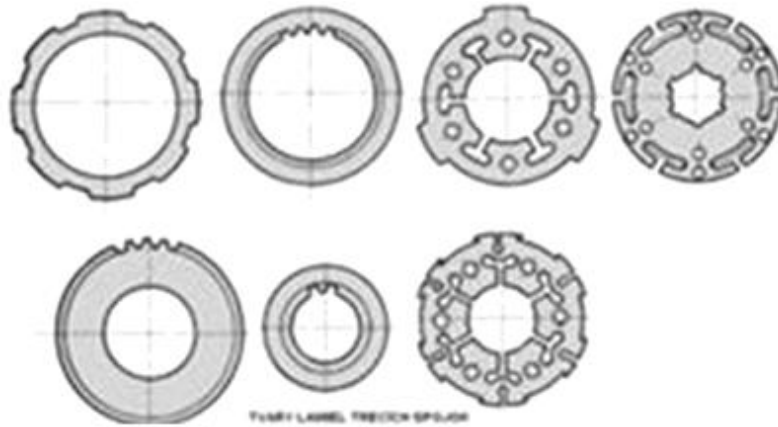
Kontrola na odtlačenie:

Kde:

b – šírka trecej plochy

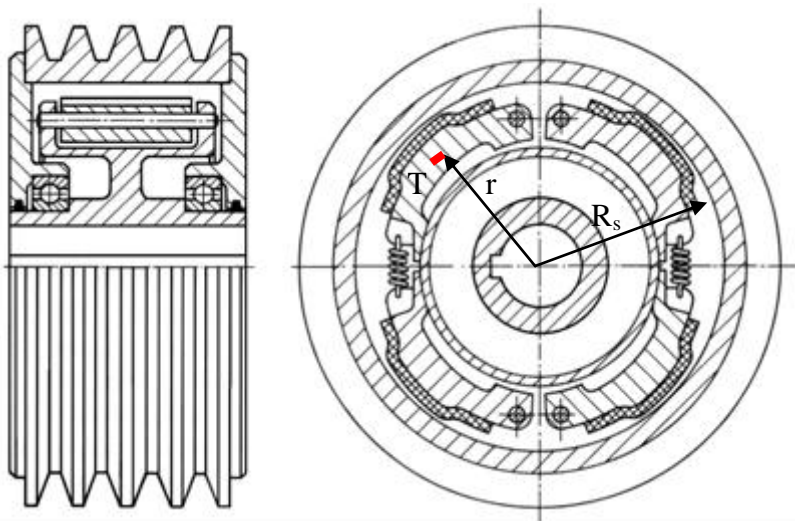


Základné tvary lamiel vonkajších aj vnútorných



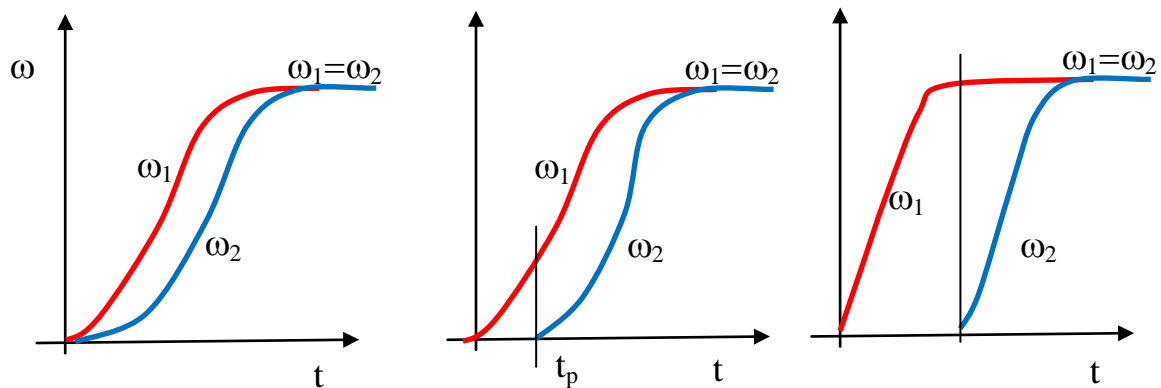
Rozbehové spojky

Rozbehové spojky majú zabezpečiť automatické zopnutie hnacej a hnanej časti. Ovládanie okamžiku zopnutia sa deje pomocou odstredivej sily. Konštrukciou rozbehovej spojky je možné dosiahnuť presné časovanie zopnutia v závislosti na hnacích otáčkach hriadeľa.



Rozbehová spojka je konštruovaná ako trecia spojka a preto trecí moment spojky je možné vypočítať nasledovne:

- F_o – odstredivá sila jedného segmentu
- F_{po} – priemet silového účinku pružiny
- I – počet segmentov
- R_s – polomer pôsobenia trecích segmentov
- m – hmotnosť trecieho segmentu
- r – poloha ťažiska trecieho segmentu k osi rotácie spojky
- ω – uhlová rýchlosť spojky



Na predchádzajúcich priebehoch sú naznačené tri možné charakteristiky zopínania rozbehovej spojky.

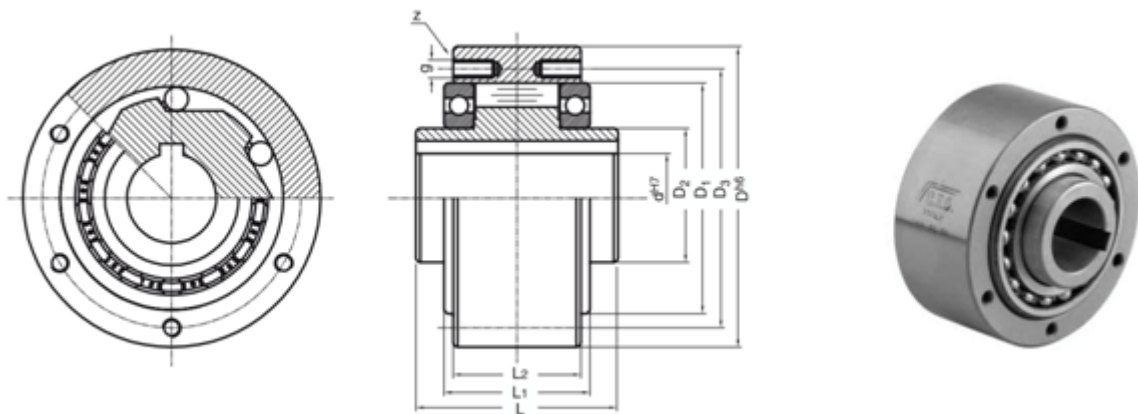
Prvý prípad je charakteristika rozbehovej spojky s neriadeným záberom. Znamená to, že spolu s primárnou časťou sa začne rozbiehať aj sekundárna časť spojky.

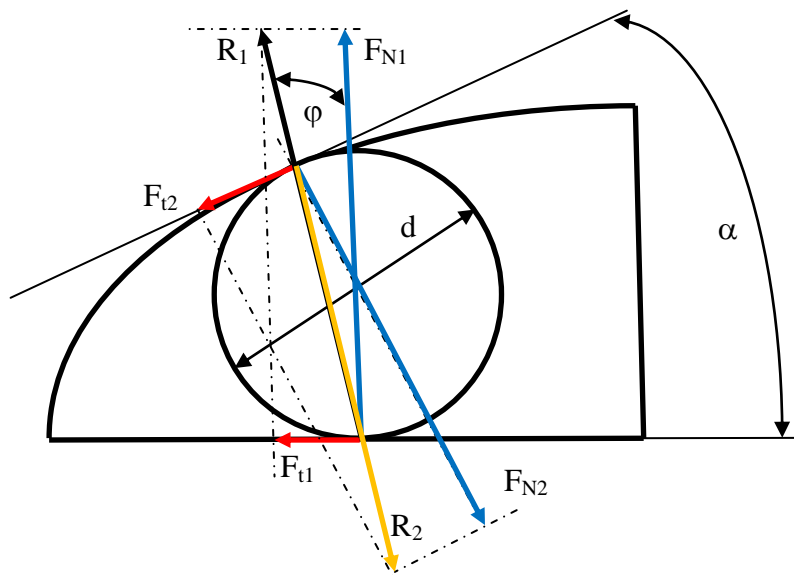
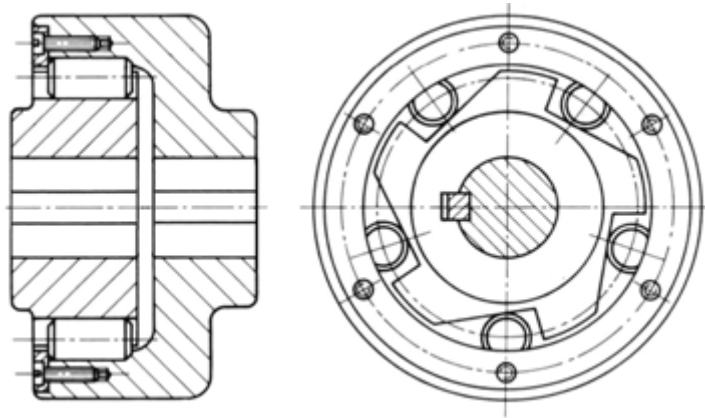
Druhý prípad je charakteristika spojky riadená pružinami. Primárna časť spojky sa otáča podľa charakteristiky ω_1 , sekundárna časť spojky stojí. V časovom okamžiku t_a je prekonaná sila pružín a odstredivou silou je zopnutá spojka a začne sa pretáčať aj sekundárna časť spojky.

Tretí prípad je charakteristika spojky z oneskorením. Primárna časť spojky sa otáča podľa charakteristiky ω_1 , sekundárna časť spojky stojí. Primárna časť spojky dosiahne prevádzkové otáčky a následne sa začne zopínať sekundárna časť spojky podľa charakteristiky ω_2 .

Voľnobežné spojky

Voľnobežné spojky prenášajú krútiaci moment len v jednom smere otáčania. Ak začne predbiehať sekundárna časť primárnu časť, tak sa automaticky preruší kontakt medzi týmito časťami a spojky ich odpojí.





Na valček pôsobia reakcie R_1 a R_2 ktoré sa rozložia do zložiek normalových síl F_n a zložiek trecích síl F_t . V zmysle zákona akcie a reakcie vyplýva, že výsledné reakcie R_2 a R_1 musia ležať na jednej priamke ale s opačnou orientáciou.

Pre bezpečné prenášanie krútiaceho momentu je potrebné aby platilo, že uhol zovretia $\varphi > \alpha/2$.



Prenášaný moment spojkou:

f- súčiniteľ trenia

i- počet valčekov

Zo základnej rovnice vyplýva:

Valčeky sú namáhané na odtlačenie, je nutná kontrola Hertzových tlakov.
Kontakt valčeka a vnútornej valcovej plochy:

Kontakt valčeka a rovinnej plochy hnanej (sekundárnej) časti:

Kde:

l- dĺžka valčeka

E – modul pružnosti v ťahu

p_D - dovoľená hodnota Hertzových tlakov, pre ocele tvrdosti HRC 62 je $p_D = 1500$ až 2000 MPa



Konštruovanie strojov a strojových súčiastok

Blok č: 10A

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Reťazové spojky

Reťazové spojky sa používajú pre spojenie hriadeľov v takých prípadoch kedy sa požaduje rýchle rozpojovanie hriadeľov. Reťazové spojky pozostávajú z dvojice prírub zakončených reťazovým kolesom, ktoré sú spojené dvojradowou reťazou. Je potrebné aby počet zubov kolies bol párný, aby bolo možné používať normalizovanú reťaz. Reťazová spojka sa orientuje uzavretou časťou v smere otáčania prírub.



Priemer rozstupovej kružnice reťazového kolesa:

p- rozstup valčekovej reťaze

z- počet zubov reťazového kolesa