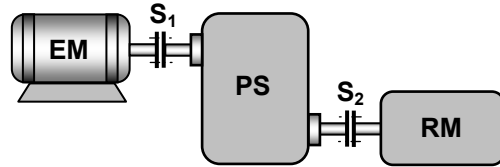


СПОЈНИЦЕ

ЗАДАТАК, ПОДЕЛА И ВРСТЕ СПОЈНИЦА

Спојнице су машински елементи који преносе обртни момент и кретање између коаксијалних вратила, без промене интезитета и смера обртног момента.



Шематски приказ погонске машине- електромотора (ЕМ), преносника снаге (PS), радне машине (RM) и спојница S₁ и S₂

ПОДЕЛА И ВРСТЕ СПОЈНИЦА

Према начину преношења обртног момента разликују се:

- 1 – механичке,
- 2 – електромагнетне и
- 3 – хидрауличне спојнице.

Механичке спојнице обртни момент (**T**) преносе посредством сила између металних и неметалних делова у непосредном додиривању.

Електромагнетне спојнице користе електромагнетне силе за преношење обртног момента.

Хидрауличне спојнице користе кинетичку енергију струје течности (уља) за преношење обртног момента.

Према начину остваривања функције механичке спојнице се могу делити на:

- **нераздвојиве,**
- **раздвојиве и**
- **специјалне.**

Нераздвојиве спојнице обезбеђују непрекидно (трајно) преношење обртног момента (и кретања). Деле се на **круте** и **зглобне**. **Зглобне** могу бити **нееластичне** и **еластичне**.

Круте спојнице спајају вратила у круту целину и не допуштају одступање аксијалности једног вратила у односу на друго .

Зглобне спојнице спајају вратила допуштајући одступања аксијалности вратила (и у радијалном и у аксијалном правцу) као и мала померања вратила једног у односу на друго.

Зглобне нееластичне спојнице компензују само нетачности у положају осе вратила.

Зглобне еластичне спојнице допуштају извесно еластично заокретање тако да пригушују ударе између вратила услед наглих промена обртног момента.

Раздвојиве (укључно-искључне) спојнице омогућавају лако укључивајне и искључивање рада вратила и у мировању и у раду.

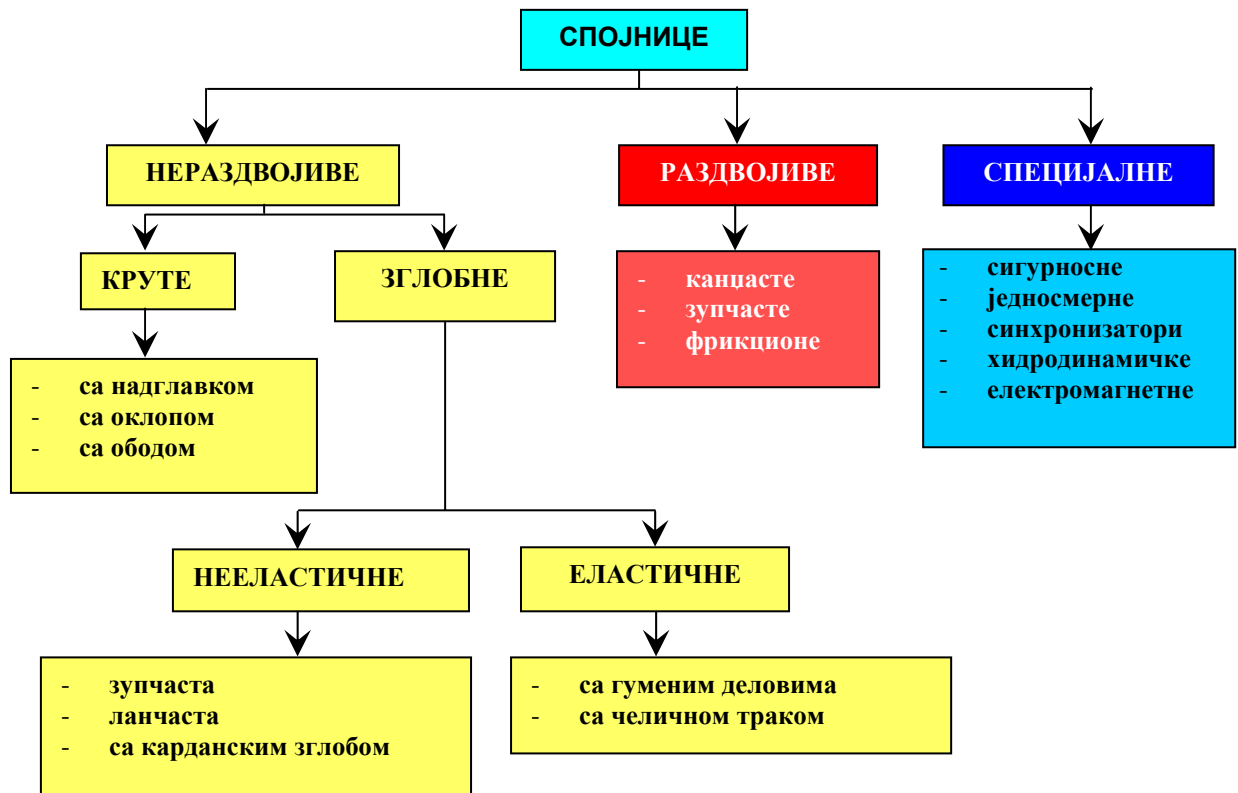
Специјалне спојнице обухватају спојнице које нису укључене у претходне две групе.

То су: **сигурносне, једносмерне, хидродинамичке, синхронизатори, електромагнетне и др.**

Сигурносне спојнице прекидају везу између два вратила при преоптерећењу или пак успостављању када једно од вратила достигне одређену учесталост обртања (центрифугална спојница).

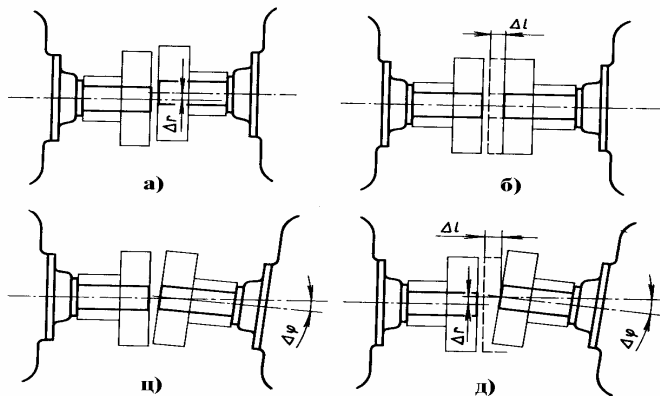
Једносмерне спојнице преносе обртни момент само у једном смеру.

Хидродинамичке спојнице преношење обртног момента остварују посредством уља у затвореном простору у коме ротирају обртна кола са лопатицама погонског и гоњеног дела спојнице.



НЕСАОСНОСТ ВРАТИЛА

Вратила која се спајају могу бити тачно саосна (саосност је по правилу обезбеђена центрирањем), могу имати радијално померање Δr (слика а), или аксијално померање Δl (слика б) или закошену осу вратила у равни вратила $\Delta \varphi$ (слика ц). Понекад могу настати комбинације свих одступања од положаја или сва три одступања истовремено (слика д). Овај случај није чест и тешко се у том случају може обезбедити правилно преношење обртног момента.



Одступања саосности спојених вратила

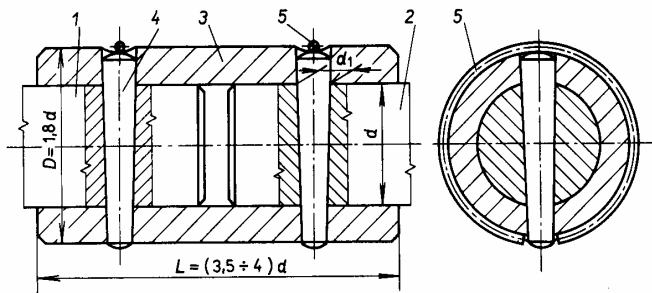
НЕРАЗДВОЈИВЕ СПОЈНИЦЕ

КРУТЕ СПОЈНИЦЕ

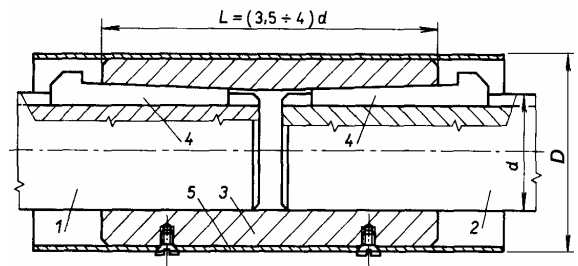
Круте спојнице везују коаксијална вратила тако, да се може сматрати да спојена вратила представљају једно непрекидно вратило. **Осим момента увијања оне преносе и моменте савијања, трансформалне и аксијалне силе и ударе.** Применом круте спојнице од два статички одређена вратила, добија се статички неодређено вратило на више ослонаца, што је веома неповољно јер се захтева велика тачност положаја вратила. Највеће дозвољено аксијално одступање вратила код ових спојница је: (0,002...0,05) mm.

Одступање изазивају велика допунска оптерећења. Круте спојнице служе за везу трансмисионих вратила, вратила за погон машинских кранова и слично.

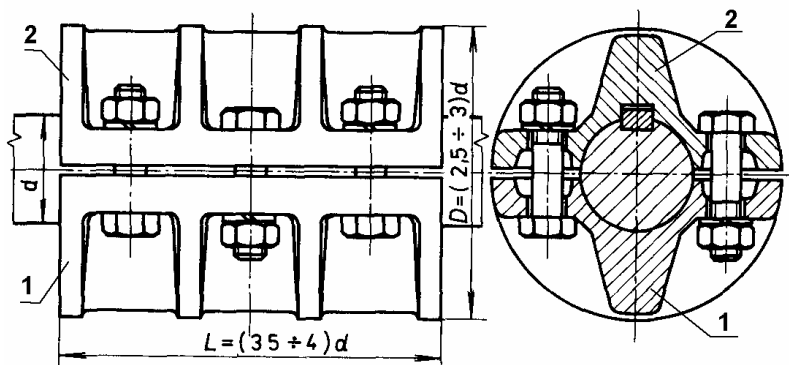
Спојница са наглавком је најпростија крута спојница. Састоји се од чауре која одговара главчини која се везује за крајеве вратила клиновима. Материјал наглавка је челик или сиви лив. Израђује се већи број конструкционих решења ових спојница: спојница са надглавком са попречним клиновима, спојница са надглавком са два подужна клина и др.



Спојница са попречним клиновима

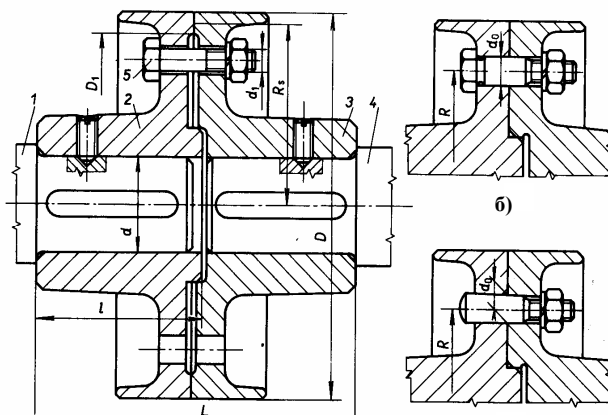


Спојница са два подужна клина



Спојница са оклопом

Спојница са оклопом се састоји од чауре расечене по дужини на два дела спојена вијцима, па се веза са вратилом успоставља приањањем. Материјал оклопа: сиви лив.



Спојница са ободом

Спојница са ободом се састоји од два диска (обода) спојена вијцима (подешеним или неподешеним). Центрирање крајева вратила и преношење попречних сила врши се помоћу обода за центрирање или дводелног прстена за центрирање. Веза обода са крајевима вратила остварује се клиновима. У извесним случајевима обод може бити искован са вратилом али ово отежава монтажу.

ЗГЛОБНЕ СПОЈНИЦЕ

Зглобне спојнице дозвољавају извесна померања једног вратила у односу на друго као и угаоно заокретање. Оне остварују зглобну везу између крајева вратила тако да не преносе моменте савијања и аксијалне силе него само обртни момент и трансферзалне силе.

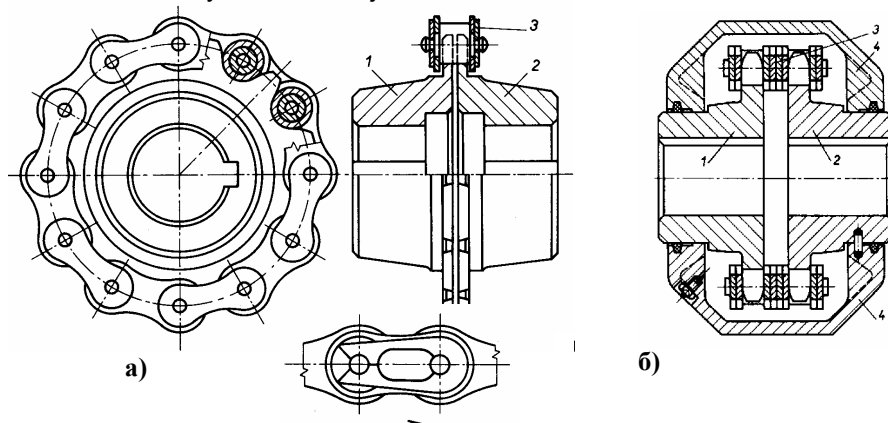
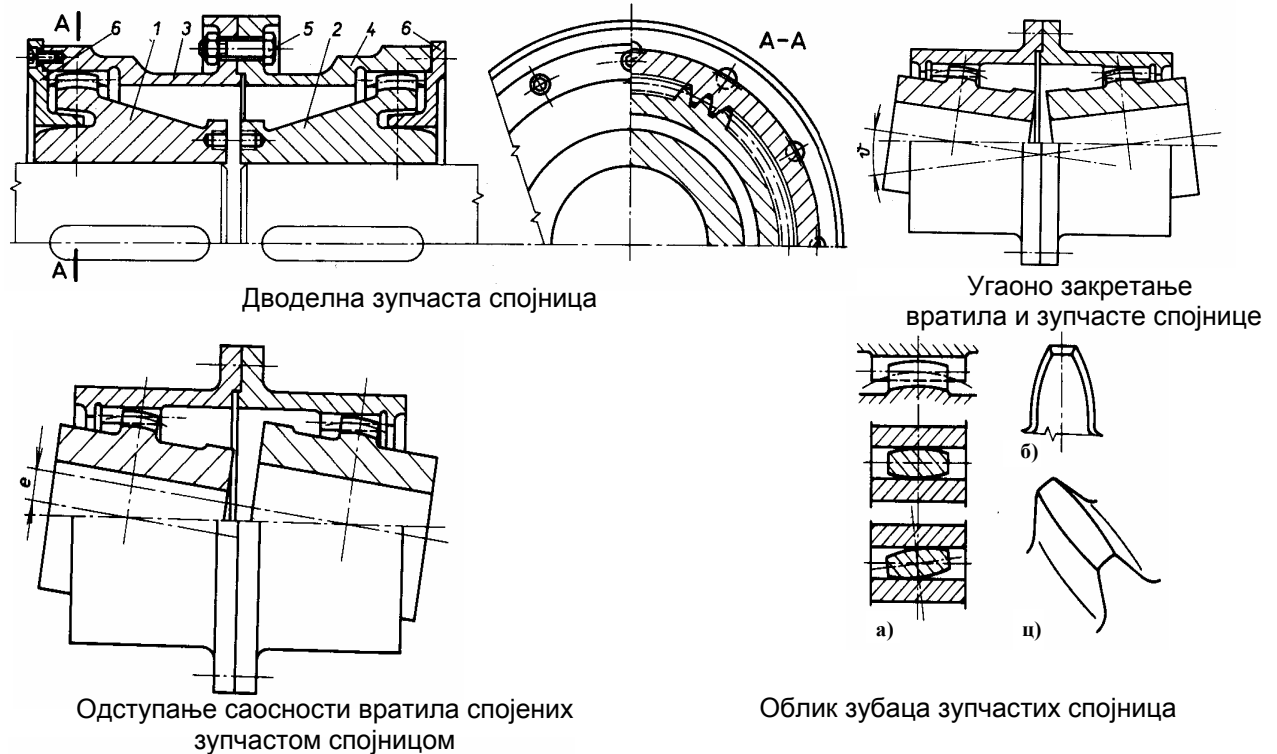
Међусобни положај вратила не може бити идеално тачан не само због нетачности израде већ и услед деформација вратила које се јављају у току рада и њихових ослонаца. Примена крутих спојница у овим случајевима довела би до допунских оптерећења па се зато овде употребљавају **зглобне нееластичне спојнице**. Осим тога рад многих машина везан је са променљивим обртним моментима или ударима који потичу од карактера погонске или радне машине. Повезивање вратила ових машина врши се **зглобним еластичним спојницама** које омогућавају еластично обртање једног вратила у односу на друго.

Зглобне нееластичне спојнице

Од зглобних нееластичних спојница разликују се:

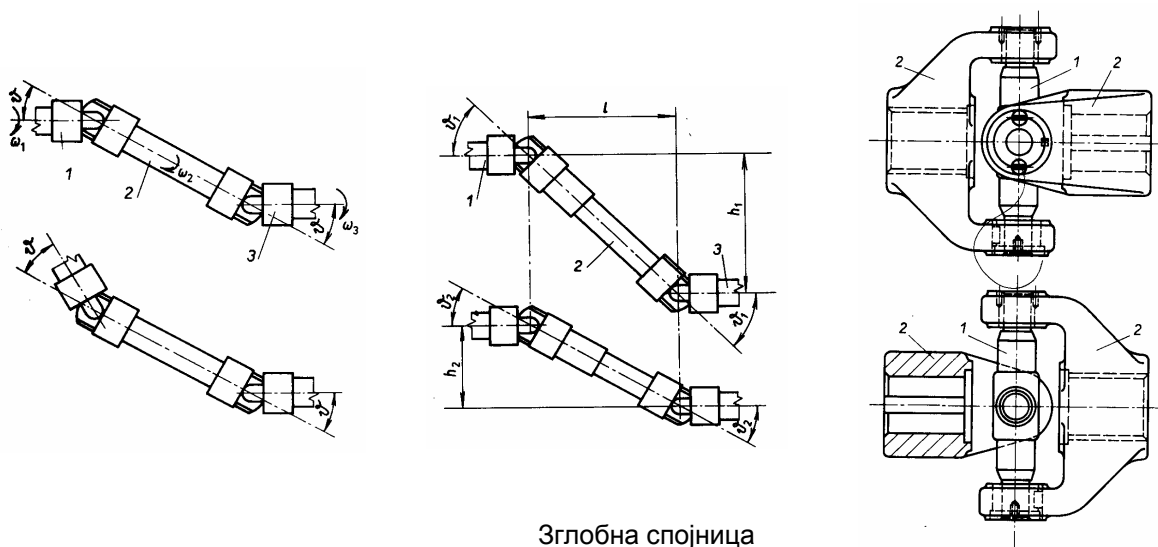
- зупчаста,
- ланчаста и
- спојница са карданским зглобом.

Зупчаста нееластична спојница се састоји од две чауре везане вијцима и два обода који се везују клиновима за вратило. Чауре имају праве зупце са унутрашње стране, а ободи са спољашње. Бокови зубаца су изведени сферно. Зупци обода су већи него код вратила у односу на друге. Затворене зупчасте спојнице се подмазују. Прорачун зупчастих спојница је адекватан прорачуну зупчастих парова. Зупчасте спојнице могу издржати велика оптерећења. Раде сигурно и при великим учестаностима обртања, дозвољени угао закошења им је $1,5^\circ$.



а) Једноредна спојница са ланцима, б) Дворедна спојница са ланцима

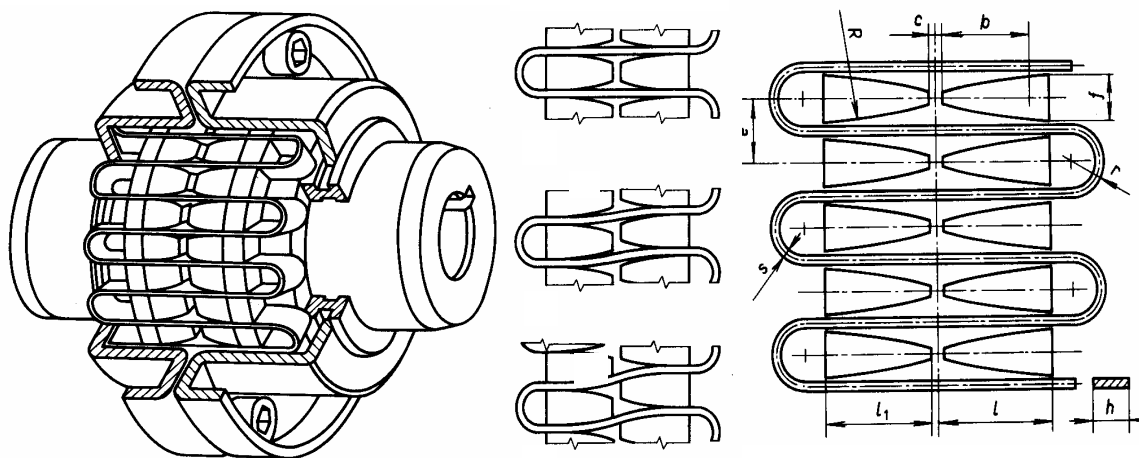
Спојница са карданским (Кардановим) зглобом представља посебан тип спојнице за везивање вратила који заклапају произвољан угао у простору и који се у току рада мења. Два зглоба се примењују да би се обезбедила једнакост угаоних брзина спојених вратила.



Зглобна спојница

ЗГЛОБНЕ ЕЛАСТИЧНЕ СПОЈНИЦЕ

Зглобне еластичне спојнице се састоје из два обода која су помоћу клинова без нагиба или жлебним спојевима, чврсто везана за вратило, а њихова међусобна веза је изведена помоћу еластичних делова који се могу деформисати. **С тим у вези ове спојнице дозвољавају између осталог и закретање једног вратила у односу на друго за неки мали угао, па су оне способне да ублаже нагле промене и ударе обртног момента тако да се њихов неповољан утицај не преноси у пуној мери с једног вратила на друго.**



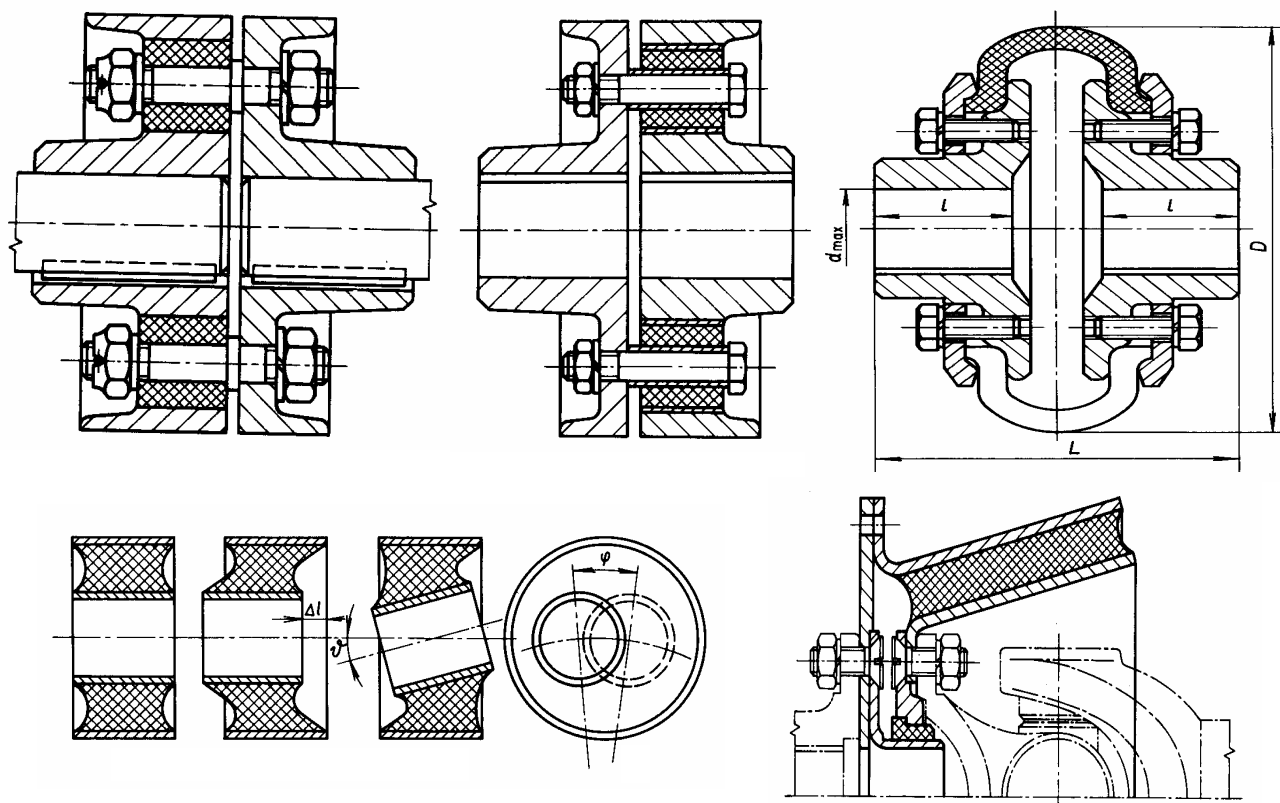
Спојница са еластичном траком - Bibbi

Кинетичка енергија удара се при томе претвара у топлотну а делом акумулира у еластичним деловима спојнице претварајући се у потенцијалну енергију деформације. Осим тога оне овако пригушују и торзионе осцилације које спречавају резонанцу. Еластични делови код ових спојница могу бити челични, гумени, кожни ...

Гума је много повољнија од коже јер има способност акумулирања велике количине енергије и пригушивања удара и осцилација, а врши и електричну изолацију. Израда гумених делова је врло проста. Мала гума значи малу носивост, велико хабање, кратак радни век.

Еластичне спојнице са гуменим деловима употребљавају се за мале и средње обртне моменте. За велике моменте употребљавају се спојнице са челичним еластичним деловима. Гумени делови могу бити напрегнути на притисак, савијање и површински притисак. **Еластичне спојнице са гуменим прстеновима** састоје се из два обода везана вијцима преко којих се преноси сила. Вијци су специјалног облика, за један обод су чврсто везани а за други су везани гуменим прстеновима. Максимална брзина на ободу је 30 m/s. Вијци (највише 15 – 20 ком) се проверавају на савијање а

гумени прстенови на површински притисак (за мале брзине $p_{doz} = 20daN/cm^2$ а за тачну израду $p_{doz} = 40daN/cm^2$)



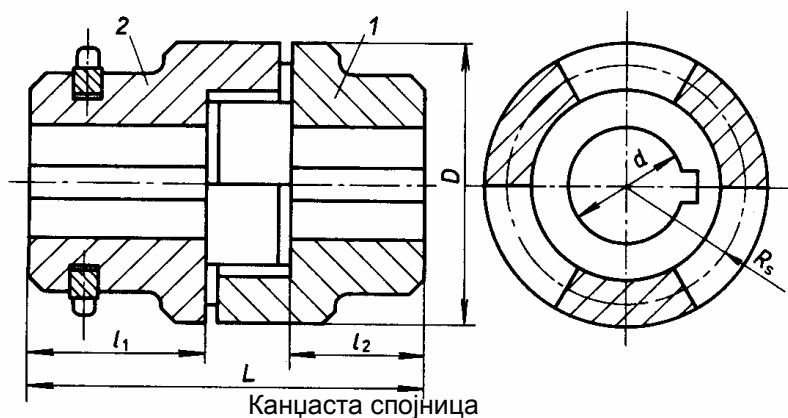
а) Различита конструкциона решења еластичних спојница са гуменим деловима
б) Различита конструкциона решења еластичних спојница са гуменим деловима

РАЗДВОЈИВЕ СПОЈНИЦЕ

Раздвојиве спојнице (укључно-искључне) су предвиђене за лако спајање и раздвајање вратила за време мировања или у току рада.

Према начину преношења обртног момента са једног вратила на друго деле се на:

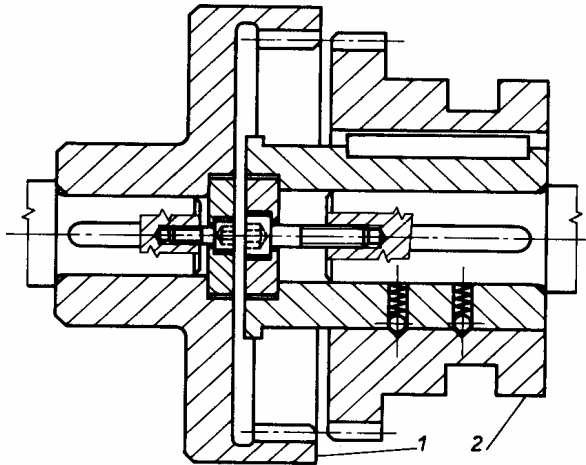
- канџасте,
- зупчасте и
- фрикционе спојнице



Канџасте спојнице се састоје из **два обода**. Сваки обод има изврстан број канџи на чеonoј површини и исти толики број међупростора помоћу којих се преноси обимна сила са једног вратила на друго. Покретни обод се обично ставља на погонско вратило. **Канџасте спојнице захтевају тачну коаксијалност вратила.** Профили канџи могу бити различити као и број канџи (3, 6 до 60). При прорачуну се узима да једна трећина канџи преноси оптерећење.

Оне се проверавају **на смицање и површински притисак**.

Укључивање канџасте спојнице се остварује при малим брзинама. Процес укључивања често прате удари.



Зупчасте раздвојиве спојнице се састоје из два дела од којих један има облик зупчаника са зупцима на спољашњем омотачу (1), а други на унутрашњем (2). Правилан положај покретног дела у укљученом и искљученом положају је обезбеђен кугличним осигурачем. Чеоне површине се заобљују ради лакшег укључивања и искључивања

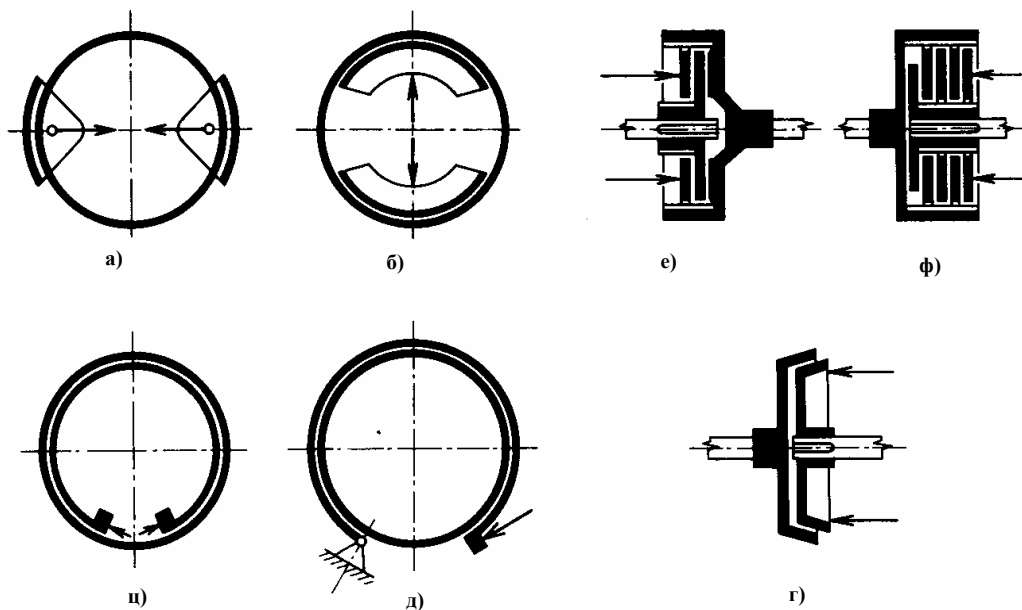
Димензије ове спојнице се одређују на исти начин као и код зупчаника. Озубљење се проверава на савијање и притисак. Ове спојнице се често комбинују са ламелним или конусним фрикционим спојницама за потребе синхронизације брзине – синхронизатори. Користе се код моторних возила.

Зупчаста раздвојива спојница са цилиндричним еволвентним зупцима

Фрикционе спојнице се лако укључују и искључују, постепено и без удара. У периоду укључивања на додирним површинама долази до клизања све док се брзине погонског и гоњеног вратила не изједначе. У току рада нема клизања (изузев у случају преоптерећења када долази до проклизавања).

Према облику додирних површина деле се на:

- фрикционе спојнице са дисковима
- фрикционе спојнице са папучама
- фрикционе спојнице са равним фрикционим површинама
- фрикционе спојнице са конусним фрикционим површинама
- фрикционе спојнице са ламелама



Начини остваривања силе трења код фрикционих спојница

Металне фрикционе површине морају бити добро подмазане, услед чега је коефицијент трења врло мали па је потребан већи притисак. Неметалне облоге раде без подмазивања при чему је коефицијент трења велики.

Меродован обртни момент (T) за прорачун ових спојница је највећи момент увећан за степен сигурности против клизања.

$S = 1,2 \dots 1,5$ (аутомобили, машине алатке)

$S = 2 \dots 2,5$ (трактори)

За израчунавање обимне силе F_t прстенастих додирних пршина меродован је средњи пречник. У случају конусних спојница аксијална компонента силе притиска између додирних површина F_a биће:

$$F_a = F_n \cdot \sin \alpha ;$$

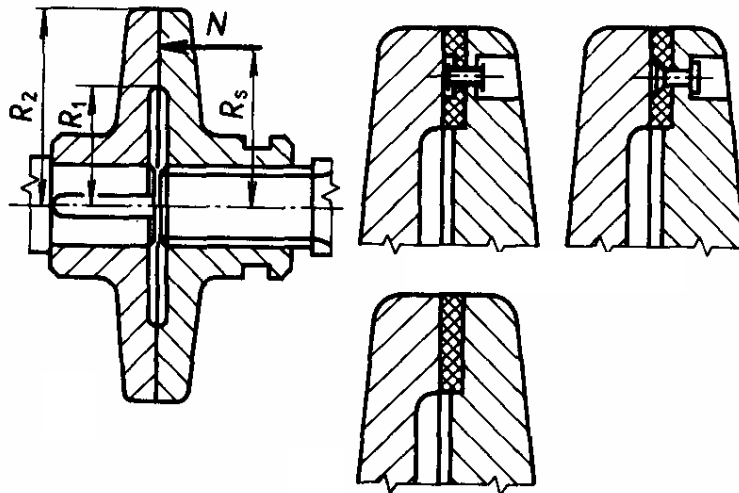
где је:

$\alpha = 10 \dots 15^\circ$ – угао конуса ;

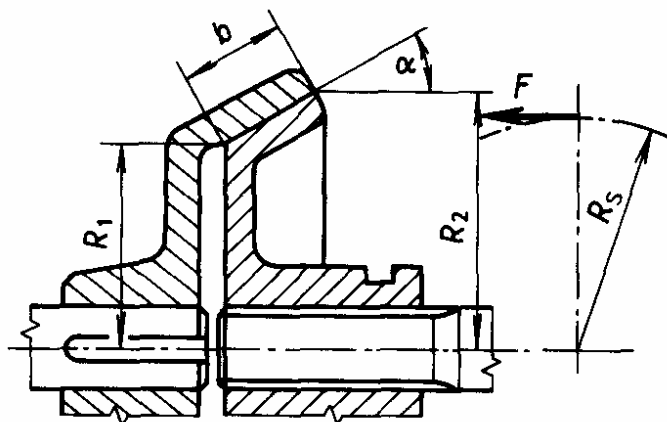
Аксијална сила код фриксионе спојнице са конусним додирним површинама знатно је мања него код спојнице са равним додирним површинама.

За мање силе довољна је ручна сила која се преноси системом полуга од 6 до 15 daN, а ножна од 8 до 30 kN. За велике силе користе се хидраулични или пнеуматски погон.

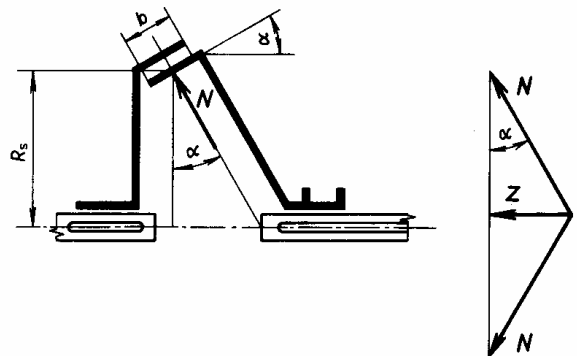
Фриксионе спојнице проверавају се на површински притисак.



Фриксиона спојница са равним (чеоним) фриксионим површинама



Фриксиона спојница са конусним фриксионим површинама



Фриксиона спојница са конусним површинама - шематски приказ

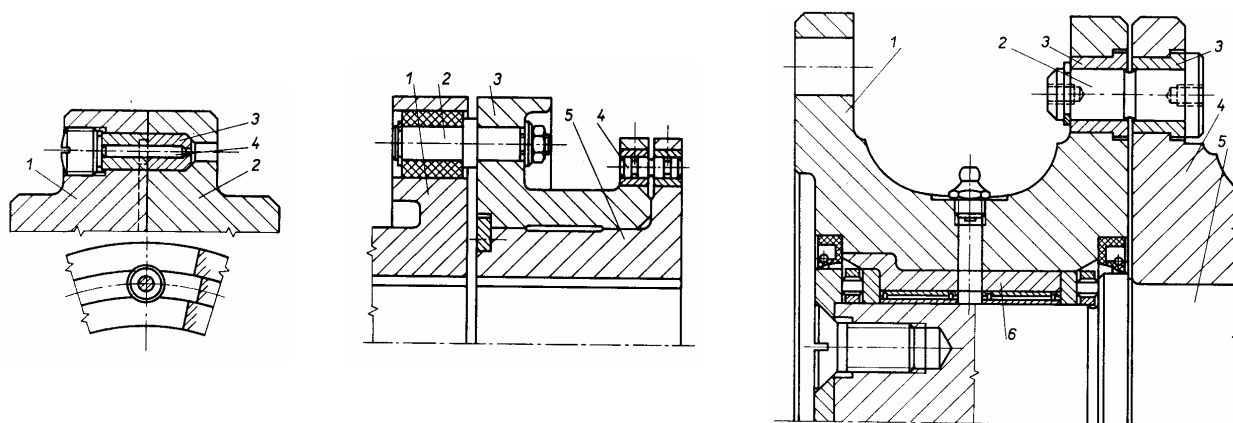
3.4. СПЕЦИЈАЛНЕ СПОЈНИЦЕ

У групу специјалних спојница спадају:

- сигурносне,
- једносмерне ,
- синхронизатори,
- хидродинамички,
- електромагнетне и др.

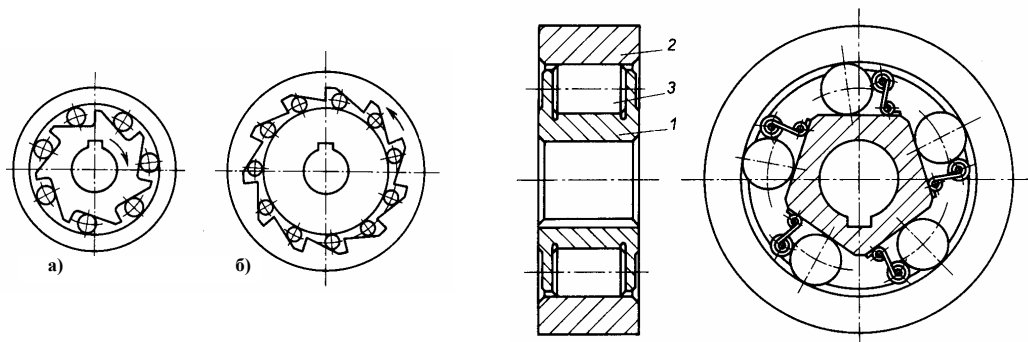
Сигурносне спојнице заштићују машину од преоптерећења. Разликују се:

- **спојнице са чивијама** (при одређеним оптерећењу чивија се ломи)
- **фриксионе спојнице** (проклизавање)
- **спојнице са лоптицама и опругама**
- **центрифугалне спојнице** (које се аутоматски укључују-искључују онда када угаона брзина погонског вратила достигне одређену вредност)



Сигуросне спојнице са ломљивим осовинама

Једносмерне спојнице се аутоматски укључују-искључују у зависности од смера угаоне брзине. Када је угаона брзина погонског вратила већа од угаоне брзине гоњеног, спојница је укључена (у супротном је искључена). Оне се употребљавају за уређаје за пуштање мотора у рад. Најчешће се израђују са куглицама.



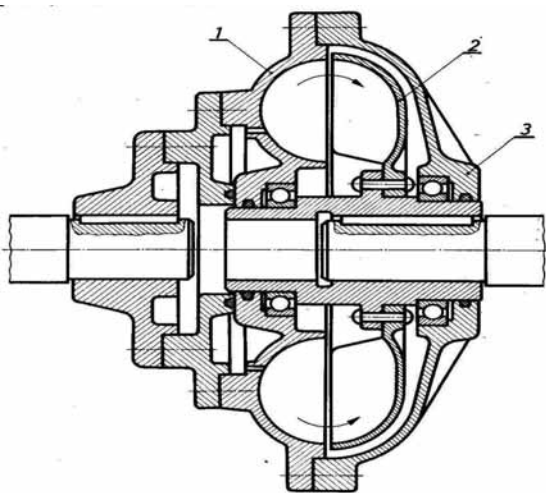
Једносмерна радијална спојница

Сихронизатори представљају комбинацију малих фрикционих спојница и зупчастих односно канцастих спојница у циљу смањења шума и удара. Фрикциони део спојнице укључује се пре зупчастог и има задатак да смањи разлику угаоних брзина једног и другог вратила, а затим се укључује зупчаста или канцаста спојница. Димензије сихронизатора нису велике јер се фрикциони део пројектује за мањи обртни момент (T) него што је онај који треба пренети.

Хидродинамичке спојнице састоје се из два главна дела: пумпеног кола 1, учвршћеног а погонско вратилу и турбинског кола 2, учвршћеног на гоњеном вратилу. При обртању погонског вратила обрће се и пумпно коло заједно с оклопом 3. Оклоп је испуњен одређеном количином уља. Лопатице пумпног кола покрећу уље, које струји на лопатице турбинског кола и покреће га. Пошто је оклоп херметички затворен, уље увек остаје у оклопу.

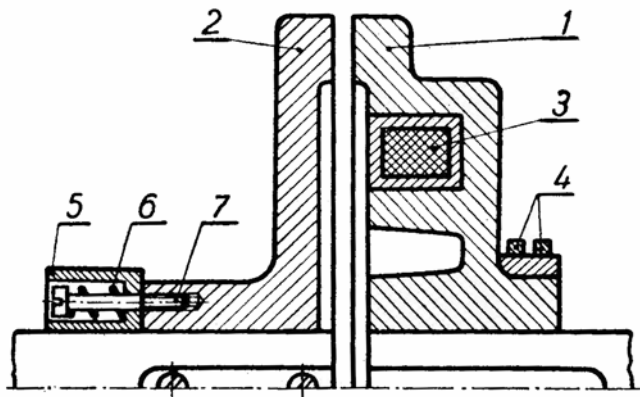
Механичка енергија погонског вратила, у овој спојници, претвара се у помпном колу у струјну енергију уља, која се у турбинском колу претвара у механички рад. Ово претварање енергије се увек остварује са одређеним губицима. Степен искоришћења ових спојница је $\eta = 0,97 \dots 0,98$

Основна предност ових спојница је што омогућавају еластични спој погонског и гоњеног вратила и што при стартовању мотор стартује без оптерећења.



Хидроинамичка спојница: 1 – пумпно тело са оклопом, 2 – турбинско коло, 3 - оклоп

Електромагнетне спојнице укључују се помоћу електромагнета (3) уграђеног у једном делу спојнице (1). Помоћу овог електромагнета један део спојнице привлачи други и тако се ствара одређени притисак на додирним површинама



Слика 3.24. Електромагнетна спојница

Укључивање спојнице врши се пуштањем струје у електромагнет који привлачи помични део спојнице 2 и тиме ствара одговарајући притисак између додирних површина делова спојница 1 и 2. При прекиду довода струје престаје деловање електромагнета при чему опруге одвајају део 2 од дела 1 и спојница се искључује.

Управљање електромагнетном спојницом може се вршити са ма ког места, што значи и на већим одстојањима. За укључивање ових спојница нису потребни додатни механизми јер се укључивање односно искључивање врши притиском на дугме.