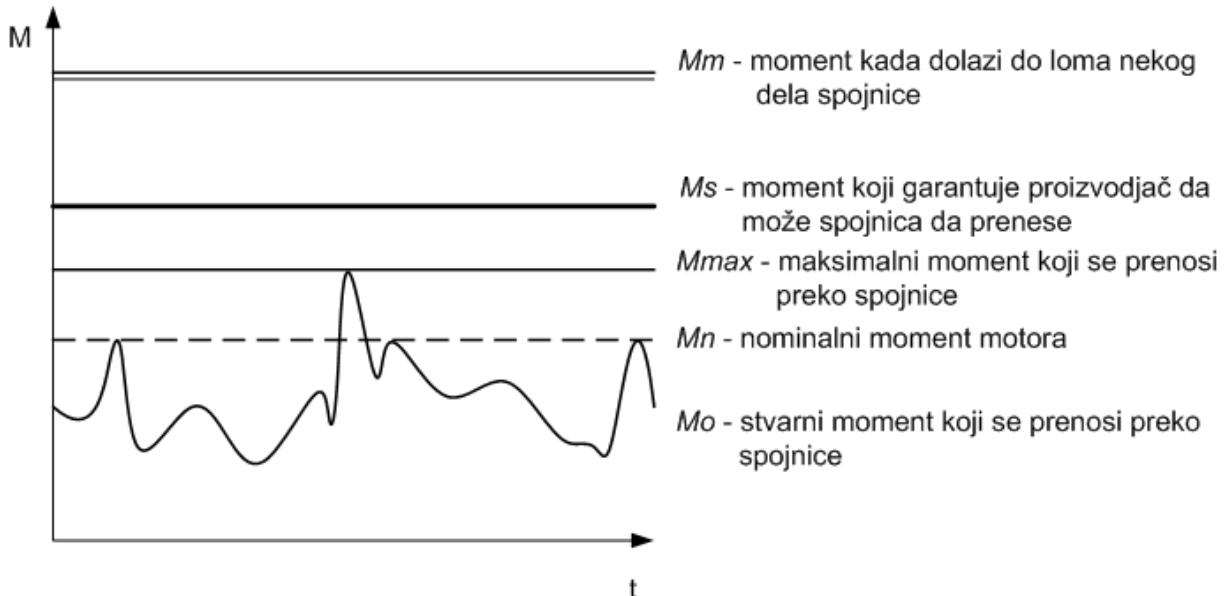


# Spojnice

Spajaju dva vratila u jednu celinu, kada je jedno u produžetku drugog; mogu da vezuju u celinu i vratilo sa zupčanikom i sl..

- Prema načinu ostvarivanja veze između vratila, postoje: krute, elastične, zglobne, kandžaste, frikcione, specijalne; ima spojnica koje teško možemo smestiti u neku od ovih grupa.

- Prema delovanju, stalne i uključno-isključne spojnice



Ako znamo moment  $Mo$  koji treba da se prenosi jer ga traži konzumna mašina, biramo motor sa nominalnim momentom  $Mn$  znajući da kratkotrajna preopterećenja ( $Mmax$ ) on bez problema prenosi.

Odnos  $Mmax / Mn = \varphi$  - stepen neravnometnosti.

Spojnicu se bira tako da je  $Mmax \leq Ms$ .

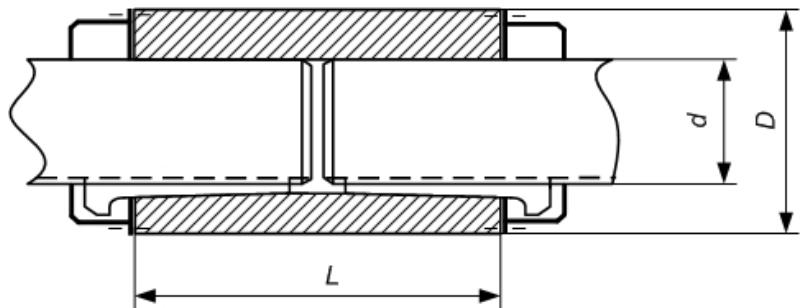
Pri tome je stepen sigurnosti  $Mm / Ms = 2 \dots 3$

U proračunima se usvaja  $Mmax = Mo$

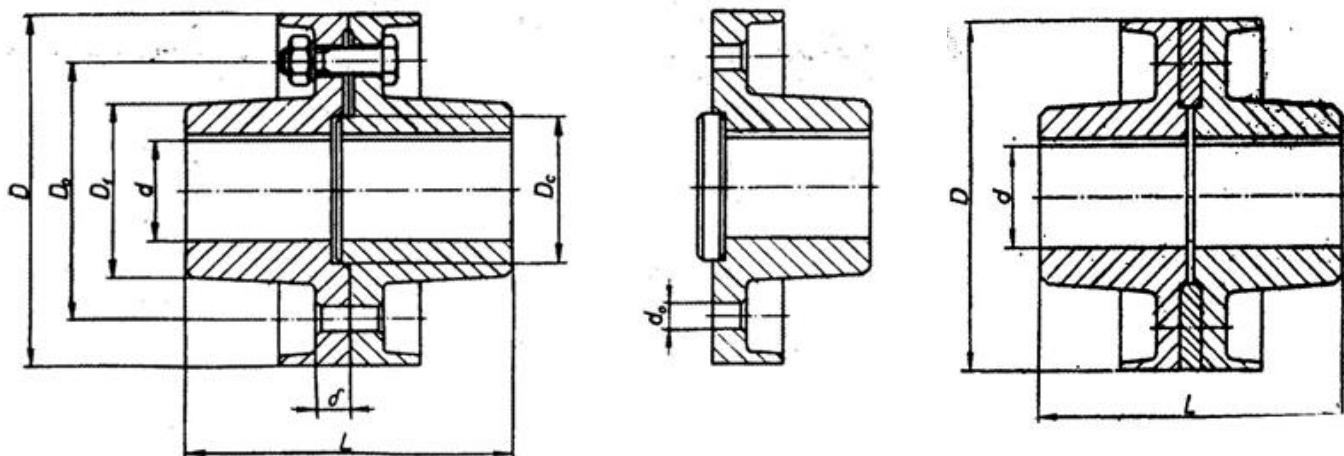
## KRUTE SPOJNICE

Obezbeđuju stalan prenos obrtnog momenta, visoke su nosivosti i malog su gabarita. Ne dopuštaju nikakva odstupanja položaja osa vratila; sve vibracije, udare, prenose sa jednog na drugo vratilo bez prigušenja

### 1. Kruta spojnica sa naglavkom + uzdužni klin sa kukom



### 2. Kruta spojnica sa obodima, prirubna spojница



Spojnica se usvaja na osnovu prečnika vratila na mestu spojnice

Mere u mm	Osnovne mere s pojnicama sa zasebnim obodima							Prema ISO
	d	D <sub>o</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	L	z	
30÷38	100	75	70		80	4	16	22
40÷55	125	95	90	100	110	6	18	27
60÷75	160	125	120	130	140	6	22	32
80÷95	190	150	145	155	170	6	25	36
100÷120	240	195	190	200	210	6	30	41
130÷150	290	240	230	240	250	8	35	50
160÷180	340	280	270	285	300	8	40	55
190÷220	400	330	320	335	350	10	45	65
230÷270	480	400	380	400	410	10	55	80
280÷330	570	480	460	480	560	10	65	90
340÷390	670	560	540	570	550	12	70	100
400÷500	850	720	690	720	650	12	90	130

#### Napomene uz tablicu 2.4:

- 1) Nominalna mera za spojnicu je prečnik osnog kruga D<sub>o</sub>.
- 2) Unesene mere vrede uz pretpostavku da je materijal vratila, oboda i zavrtanja približno jednakih osobina.
- 3) Završeci vratila mogu biti cilindrični, kao na sl. 2.10 ili konični kao na sl. 1.39.
- 4) Mesto ispuštenja i udubljenja za centrisanje može se upotrebiti i prsten za centrisanje (v. sl. 2.9).
- 5) z je broj zavrtanja, d<sub>o</sub> prečnik otvora za zavrtanje, e<sub>max</sub> je maksimalni otvor ključa za pritezanje zavrtanja; ostale oznake date su na sl. 2.10.

Provera napona u zavrnjima na spojnicu:

#### Veza podešenim zavrnjima

- Poprečna sila po jednom zavrtiju

$$F_{ol} = \frac{2 \cdot Mo}{\frac{z}{2} \cdot D_o}$$

Provera napona smicanja, T<sub>ds</sub> = 50 MPa

Provera površinskog pritiska, p<sub>d</sub> = 35 MPa

- pri čemu je kod napona na površinski pritisak: δ = (0.24 ... 0.26) d + 0,01 , m

#### Veza nepodešenim zavrnjima

- Sila koja isteže jedan zavrtanj

$$F_l = \frac{2 \cdot Mo}{z \cdot \mu \cdot D_R}$$

Srednji prečnik trenja

$$D_R = \frac{2 \cdot (D^3 - D_c^3)}{3 \cdot (D^2 - D_c^2)}$$

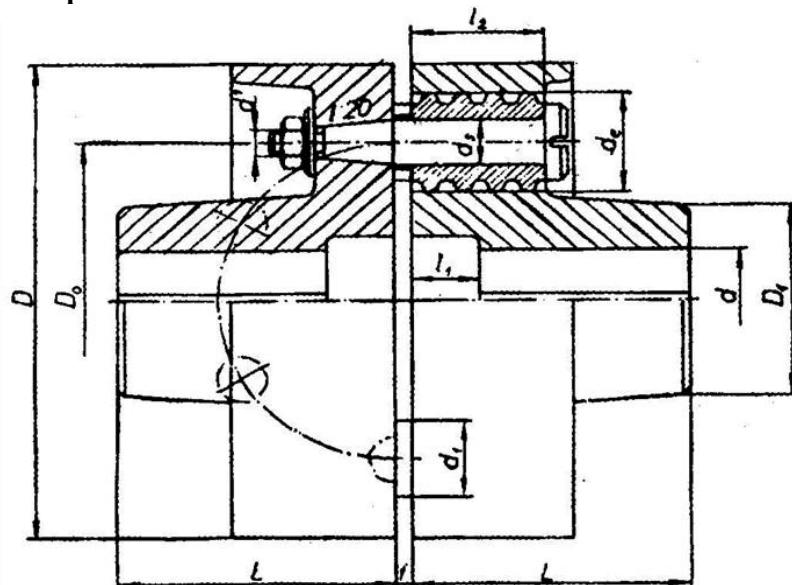
Provera napona istezanja u jezgru zavrnja, σ<sub>de</sub> = 45 MPa

- koeficijent trenja je obično μ = 0,2 ... 0,25

## ELASTIČNE SPOJNICE

Elastične spojnice dopuštaju odstupanja položaja osa vratila, radikalna aksijalna i ugaona i prigušuju udare i vibracije. Opterećenje se prenosi preko delova povećane elastičnosti, od gume ili od čelika. Usled male nosivosti ovih delova, gabarit ovih spojница je veći u odnosu na krute. Ograđuju se na mestima gde je obrtni moment manji, na ulaznom vratilu reduktora i sl.

### 1. Elastična spojница sa obodima i gumenim prstenima



Spojnica se usvaja na osnovu prečnika vratila na mestu spojnice, eventualno na osnovu obrtnog momenta

*Prosta elastična spojница*

Mere u mm

Prema GOST 2229—55

<i>d</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>o</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>L</i>	<i>l<sub>1</sub></i>	<i>l<sub>2</sub></i>	<i>f</i>	<i>d'</i>	<i>z</i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>s</sub></i>	<i>d<sub>e</sub></i>	<i>M<sub>s</sub></i>	<i>G</i>
32÷35	120	82	52	62	33	35	4	M 12	4	30	14	28	12,5	44÷48
42÷45	140	100	70	82	33	35	5	M 14	6	40	14	28	33	70÷76
50÷52	170	120	80	112	42	45	6	M 16	6	45	18	36	45,5	132÷144
60÷65	190	140	100	112	42	45	8	M 18	8	50	18	36	71	175÷190
75÷80	220	170	120	142	42	45	8	M 20	10	55	18	36	108	276÷300
85÷95	260	195	135	142	55	55	8	M 22	10	60	24	46	200	276÷300
105÷115	330	245	175	175	70	70	10	M 24	10	65	30	58	405	408÷445
135÷145	410	310	220	215	90	90	12	M 24	10	65	38	72	830	840÷950
170÷180	500	380	270	255	110	110	14	M 27	10	70	46	88	1500	1620÷1750
														2900÷3150

Napomene uz tablicu 2.8:

- 1) Vrednosti za obrtni moment *M<sub>s</sub>* date su u [kNm], a za težinu *G* u [N].
- 2) Oznake su date na sl. 2.15; *z* je broj zavrtanja.

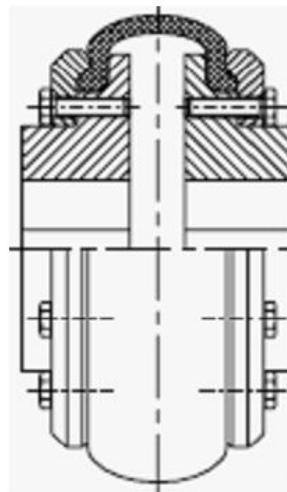
- Periferna sila po jednom zavrtnju

$$F_{ol} = \frac{2 \cdot Mo}{z \cdot Do}$$

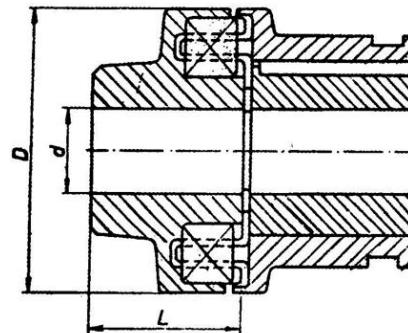
Provera površinskog pritiska,  $S = l_2 \cdot ds$ ,  $pd = 2 \text{ MPa}$

Provera napona savijanja,  $Mf = F_{ol} \cdot \left( \frac{l_2}{2} + f \right)$ ,  $\sigma_{df} = 45 \text{ MPa}$

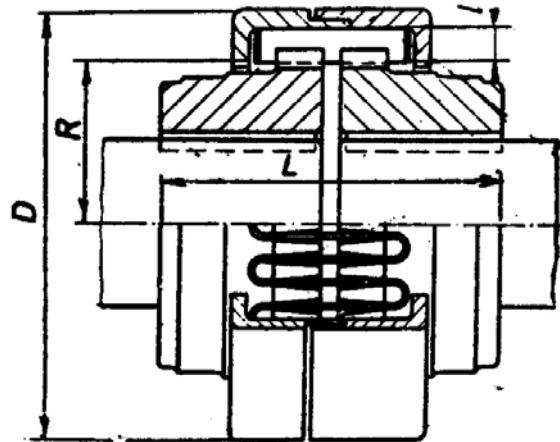
**2. Elastična spojnica sa gumenim torusom (Periflex)**



**3. Elastične spojnice sa gumenim ulošcima (Eupex)**



**4. Elastična spojnica sa čeličnom trakom (Bibby)**

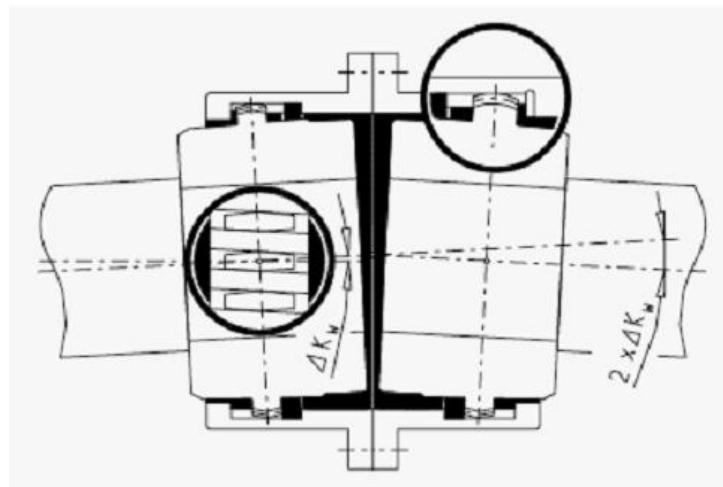
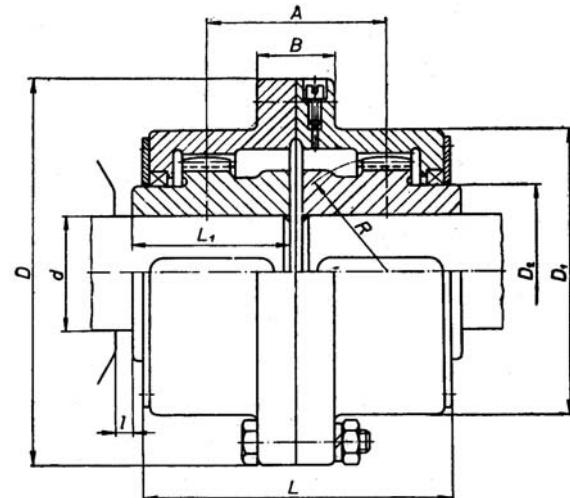


## ZGLOBNE SPOJNICE

Koriste se za spajanje vratila čije se ose međusobno seku i čiji se međusobni položaj u toku rada može menjati.

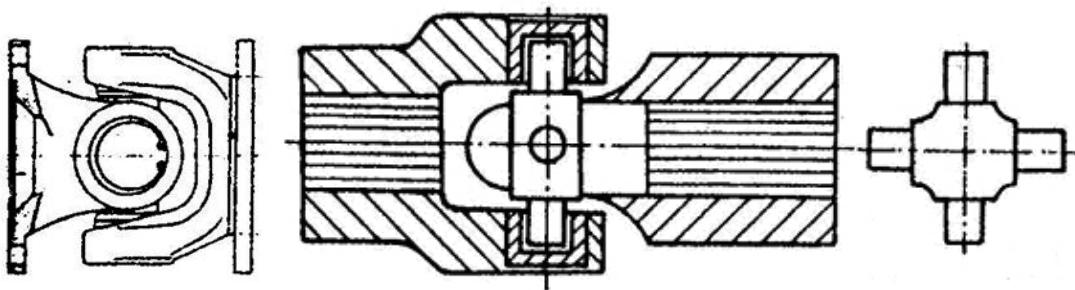
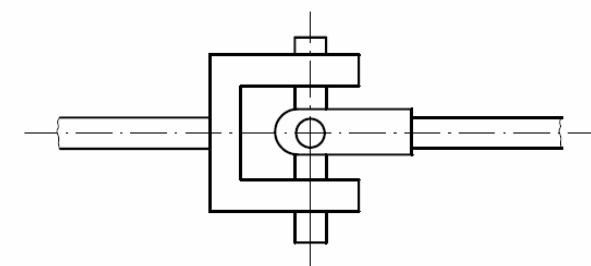
### 1. Zupčasta spojница

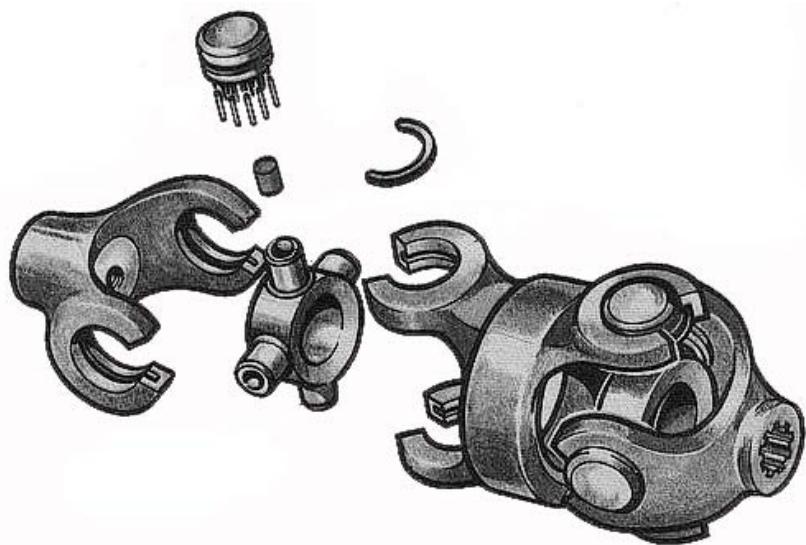
Omogućava aksijalna pomeranja vratila kao i pomeranja pod uglom.



### 2. Kardanska spojница

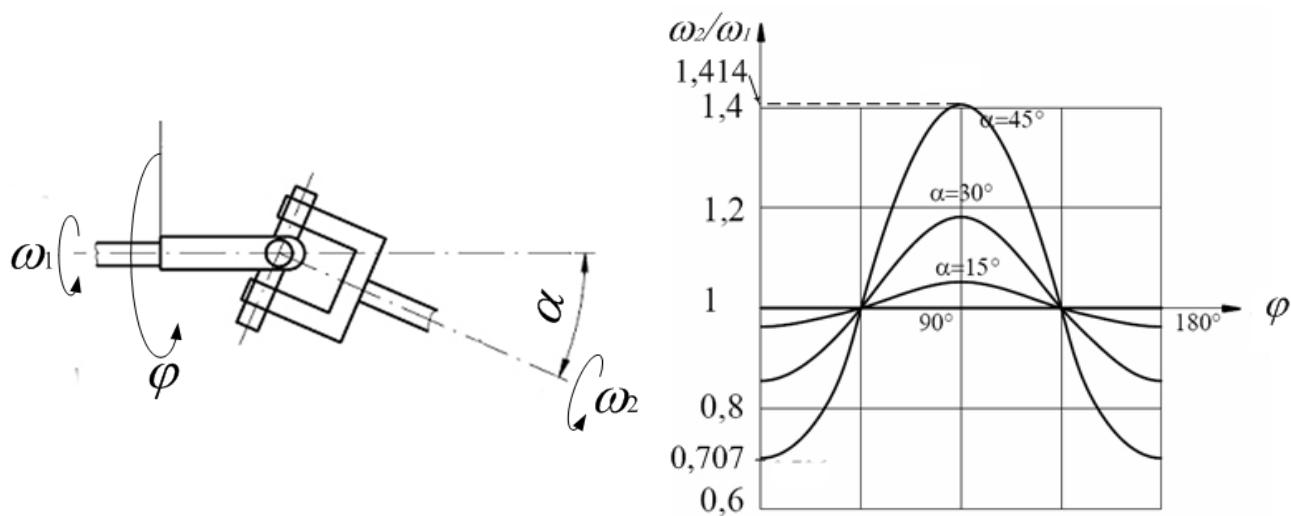
Omogućava vrlo velika ugaona pomeranja vratila u toku rada, međutim nije pogodna za velike snage.



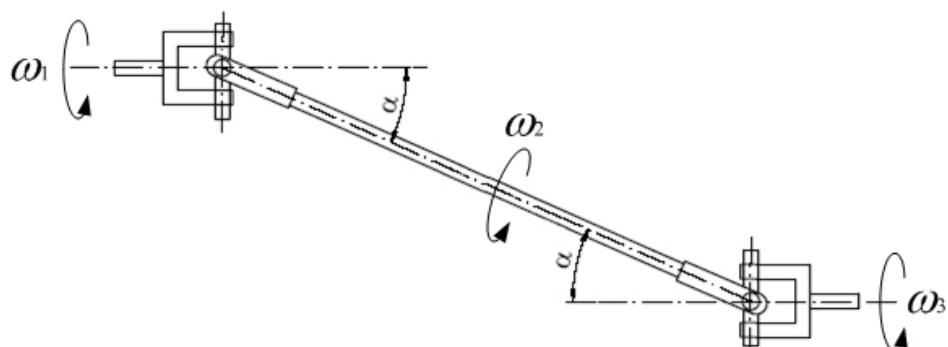


Karakteristično je da se u toku rotacije menja ugaona brzina gonjenog vratila. Pri konstantnoj ugaonoj brzini pogonskog vratila  $\omega_1$ , ugaona brzina gonjenog vratila  $\omega_2$  se naizmenično povećava i smanjuje (u zavisnosti od ugla  $\varphi$ ). Veličina odstupanja ugaone brzine i obrtnog momenta od srednje (pogonske) veličine zavisi i od ugla pod kojim je zakrenuta osa gonjenog u odnosu na osu pogonskog vratila  $\alpha$ .

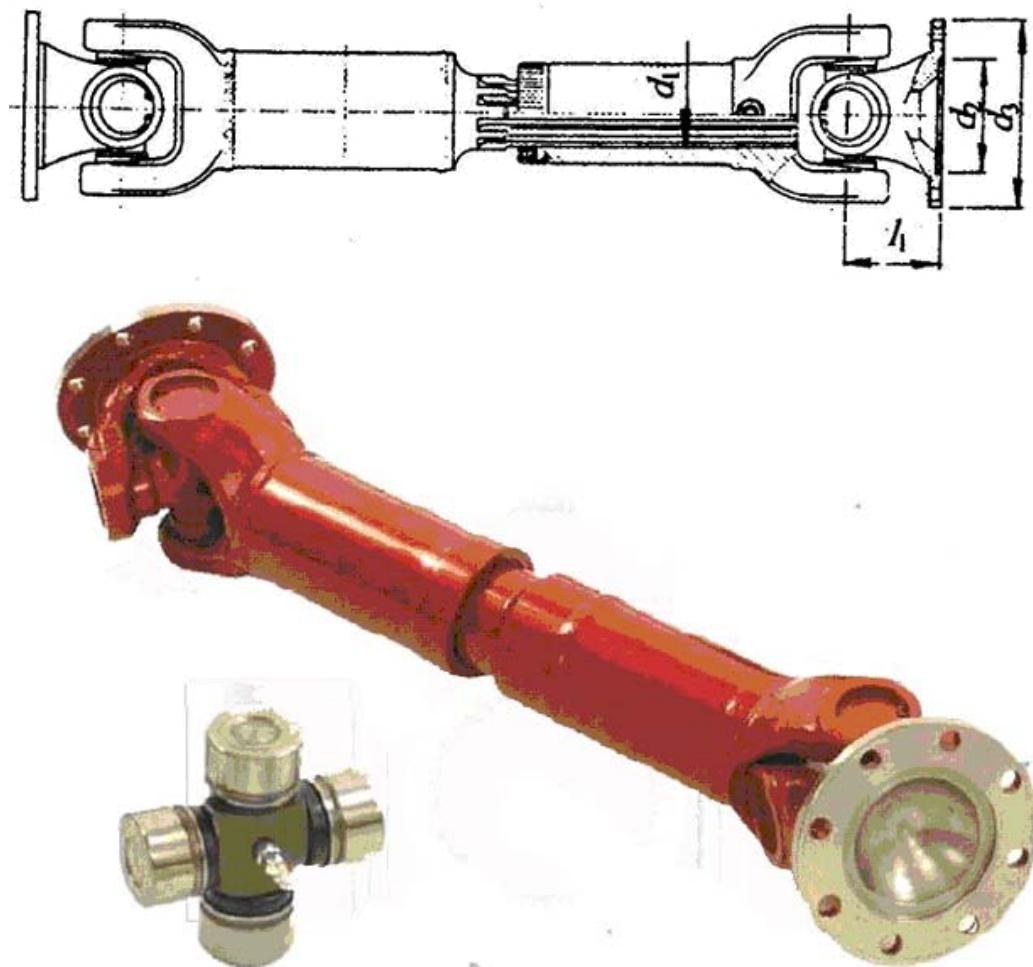
$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Mo_2}{Mo_1} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \varphi \cdot \sin^2 \alpha}$$



Ugradnjom kardanovih zglobova u paru, ovo odstupanje se neutrališe,  $\omega_3 / \omega_1 = 1$

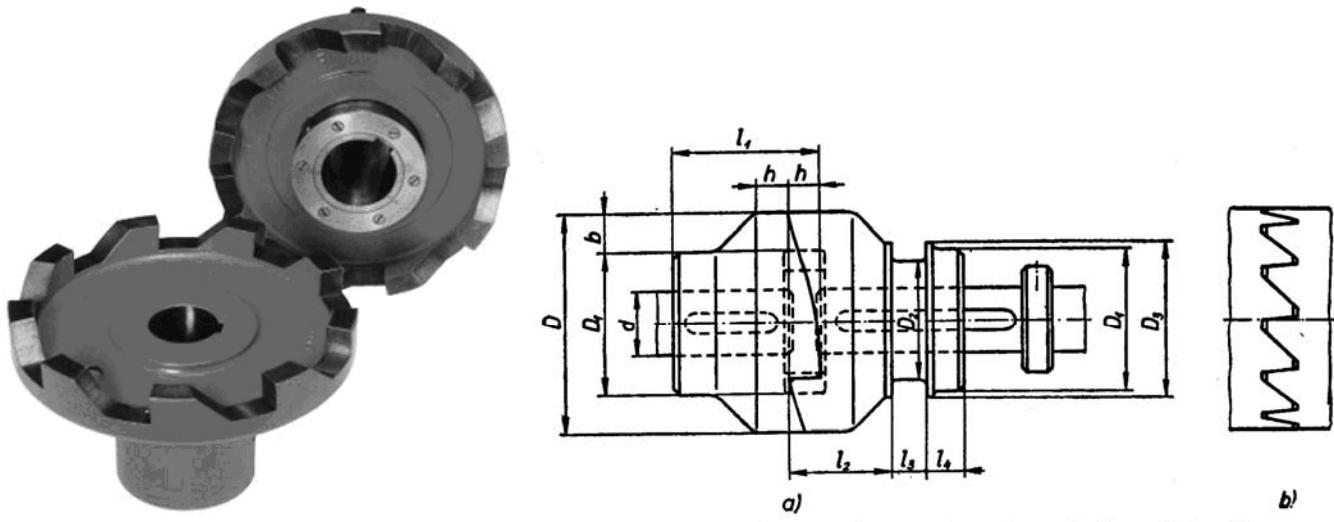


## Konstrukcija



### KANDŽASTA SPOJNICA

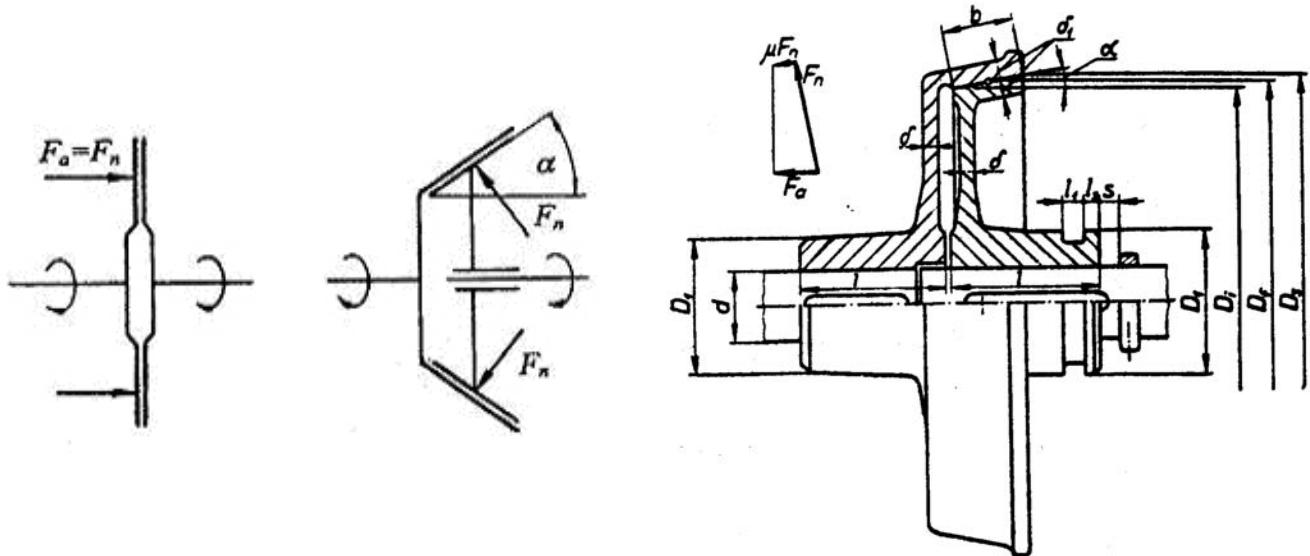
Spada u grupu uključno-isključnih spojница, tj. spada u grupu spojница koje omogućavaju povremeni prekid u prenošenju obrtnog momenta. Neophodno je da je jedno vratilo aksijalno pomerljivo.



Isključna kandžasta spojnica sa jednom (a) i sa tri (b) kandži

## FRIKCIJONA SPOJNICA

Omogućavaju uključivanje i isključivanje vratila u toku rada i pod opterećenjem. Uključivanje i isključivanje je "meko", u slučaju da dođe do naglih udara ili preopterećenja javlja se proklizavanje, tako da ova spojница može da radi i kao sigurnosna.



Kod frikciione spojnica sa ravnim dodirnim površinama, normalna sila na dodiru  $F_n$  jednaka je potreboj aksijalnoj sili za uključivanje spojnice  $F_a$ . Ova sila mora biti ostvarena i održavana tokom prenošenja obrtnog momenta.

Kod frikciione spojnica sa konusnim dodirnim površinama, sila  $F_n$  je veća od  $F_a$ , što omogućava prenošenje većih obrtnih momenata.

$$F_a = F_n \cdot \sin \alpha + \mu \cdot F_n \cdot \cos \alpha \Rightarrow F_n = F_a \frac{1}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

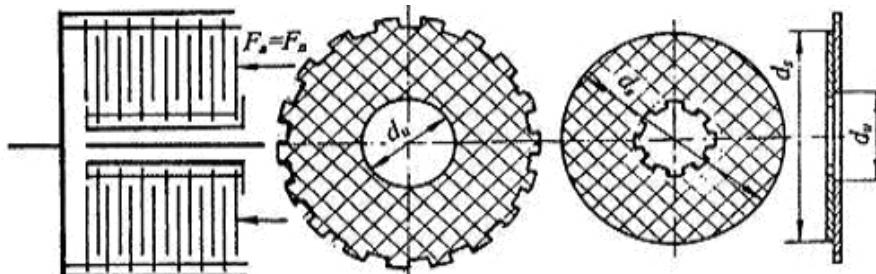
Još veće smanjenje potrebne sile  $F_a$  postiže se kod lamelastih spojnika. Ove se spojnice sastoje od  $z_s$  spoljašnjih i  $z_u$  unutrašnjih lamela. Sila trenja ovde deluje na svakom dodiru lamela, gde je broj dodira  $i = z_s + z_u - 1$ .

Ako je obrtni moment koji se prenosi  $T$ , stepen sigurnosti protiv proklizavanja  $S_\mu$ , dobija se ukupna sila trenja na spojniku:  $F_\mu = \frac{2T}{d_\mu} S_\mu = i \cdot F_n \cdot \mu$ . Odnosno dobija se potrebna sila  $F_n$  za prenošenje obrtnog momenta  $T$ :

$$F_n = \frac{2 \cdot T \cdot S_\mu}{i \cdot d_\mu \cdot \mu}$$

Što je veći broj parova lamela, potrebna je manja sila  $F_n$ .

- Srednji prečnik trenja:  $d_\mu = \frac{2(d_s^3 - d_u^3)}{3(d_s^2 - d_u^2)}$



Lamelasta frikciona spojnica; Spoljašnja i unutrašnja lamela

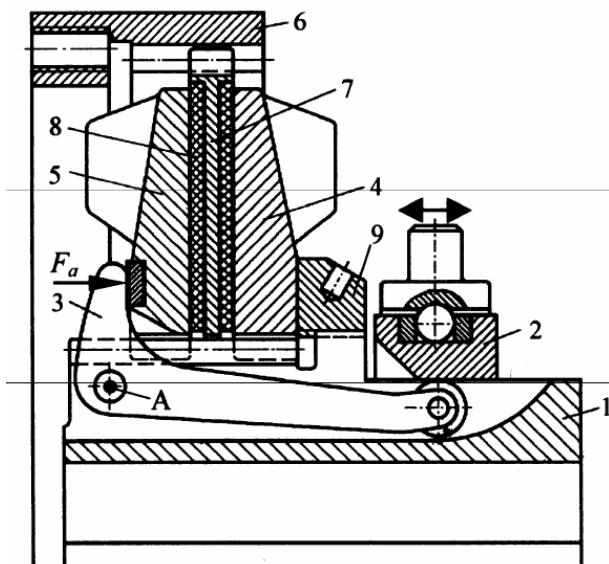
Efekat smanjenja sile  $F_n$  sa povećanjem broj lamela može da se koristi i kod konusnih dodirnih površina

$$\text{Pritisak koji se ostvaruje na dodirnoj površini lamela: } p = \frac{F_n}{A} = \frac{4 \cdot F_n}{\pi \cdot (d_s^2 - d_u^2)} \leq p_{doz}$$

Tablica – Karakteristike materijala frikcionih obloga

Frikcione površine	Koeficijent trenja $\mu$ za	$\vartheta_{max}^0$	$p_{doz}$
	suve površine	podmaz. pov	
Kaljen čelik/kaljen čelik - podmazivanje prskanjem - podmazivanje mlazom ulja		0,06-0,11 0,03-0,06	100 120
Kaljen čelik/Sinter metal - podmazivanje prskanjem - podmazivanje mlazom ulja	0,15-0,25	0,06-0,11 0,03-0,06	180
Čelik/Liveno gvoždje	0,15-0,20	0,03-0,06	260
Liveno gvoždje/liveno gvož.	0,15-0,25	0,02-0,10	300
Presovani azbest sa vešt. smolom/ Č, ČL, SL	0,20-0,40	0,10-0,15	250(500)
Metalna vuna / Č, ČL, SL	0,46-0,65	0,10-0,20	200(300)
Grafit / Čelik	0,25	0,05-0,10	300(550)
Pluta / Č, ČL, SL	0,20-0,35	0,10-0,15	100(160)
Koža / Č, ČL, SL	0,30-0,60	0,12-0,15	100
Čelični pesak sa dodatkom grafića / Č, SL	0,40-0,50		350
Čelične kuglice sa dodatkom grafića / Č, SL	0,20-0,50		300

Frikcione spojnice mogu se uključivati koristeći mehaničku energiju, hidrauličnu ili elektromagnetnu.



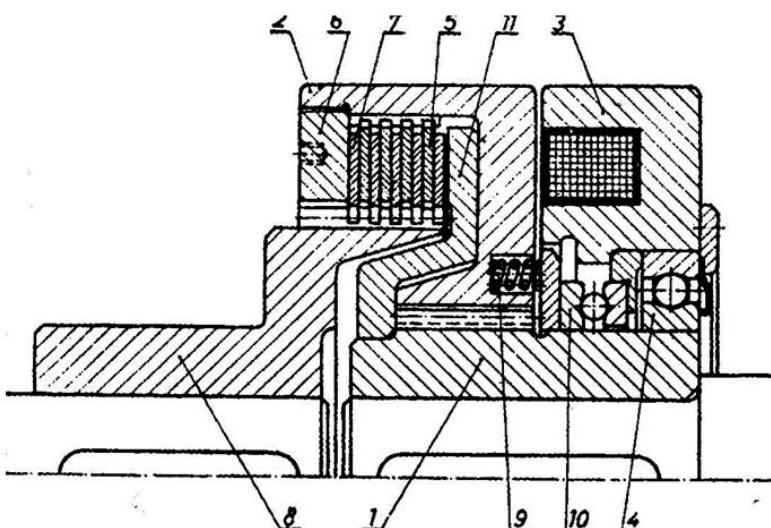
Mehanička frikciona spojница

- 1 – Glavčina pogonskog dela spojnice
- 2 – Uključni prsten
- 3 – Dvokraka poluga
- 4, 5 – Nosači frikcionih obloga
- 6 – Spoljašnji prsten sa unutrašnjim ozubljenjem
- 7 - Lamela
- 8 – Frikcione obloge
- 9 – Navrtka

Frikcione obloge (8), lamela (7) i nosači (4, 5) aksijalno se pomeraju duž ozubljenja u kontaktu sa prstenom (6).

Uključni prsten (2) pomeranjem u smeru strelice, polugu (3) zakreće oko tačke A i stvara silu  $F_a$  koja udaljava ili približava frikcione obloge (8).

Navrtka (9) se koristi za podešavanje rastojanja između obloga (8) kada se one potroše.



Elektromagnetna frikciona spojница sa lamelama

- 1 - Glavčina predajnog dela spojnice
- 2 - Ploča koju privlači elektromagnet
- 3 - Nepokretni nosač elektromagneta
- 4 - Radijalni ležaj
- 5 - Lamele predajnog dela spojnice
- 6 - Pritiskivač lamela
- 7 - Lamale
- 8 - Glavčina prijemnog dela spojnice
- 9 - Opruga za vraćanje pozicije (2)
- 10 - Aksijalni ležaj za oslanjanje pozicije (2) o poz. (3)
- 11- Ploča

## HIDRODINAMIČKA SPOJNICA

