



## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

U eksploatacionim uslovima vrlo često se javljaju zahtevi za uključivanjem i isključivanjem nekog vratila odnosno sistema. U tom slučaju primenjuju se **uključno-isključne ili razdvojive spojnice**. Klasifikacija uključno-isključnih spojnica može da se izvede na nekoliko načina.

### *1. Prema načinu uključivanja i isključivanja dele se na:*

- spojnice sa upravljanim (daljinskim) uključivanjem i isključivanjem (izvodi se mehaničkim, elektromagnetnim, hidrauličkim ili pneumatskim putem);
- spojnice sa samouključivanjem i samoisključivanjem (zavisno od brojeva obrtaja, obrtnog momenta ili smera okretanja, odnosno mogu biti centrifugalne, sigurnosne ili jednosmerne);

### *2. Prema načinu prenošenja obrtnog momenta dele se na:*

- spojnice sa kinematičkom vezom, koje prenose obrtni moment oblikom delova (sa trenutnim uključivanjem);
- spojnice sa dinamičkom vezom, koje prenose obrtni moment trenjem delova (sa postepenim uključivanjem);

### *3. Prema konstrukcionom izvođenju mogu biti:*

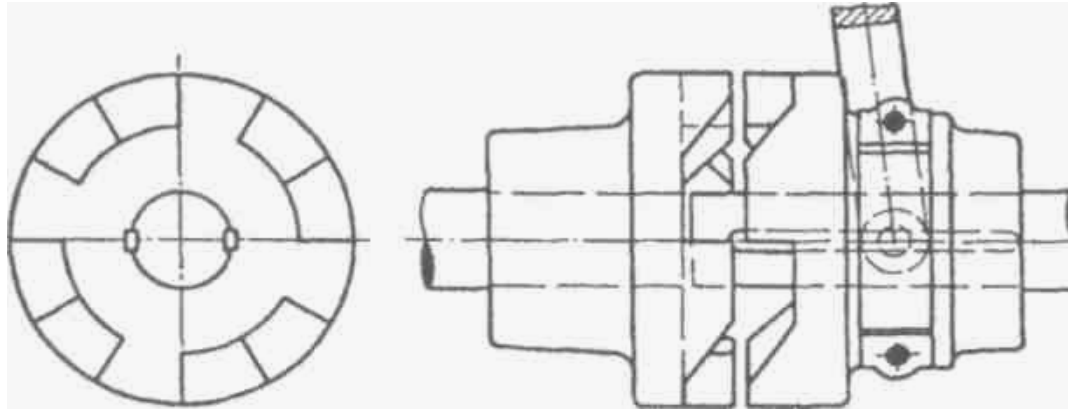
- Kandžaste
- Zupčaste
- Frikcione





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Kandžasta uključno-isključna spojnica



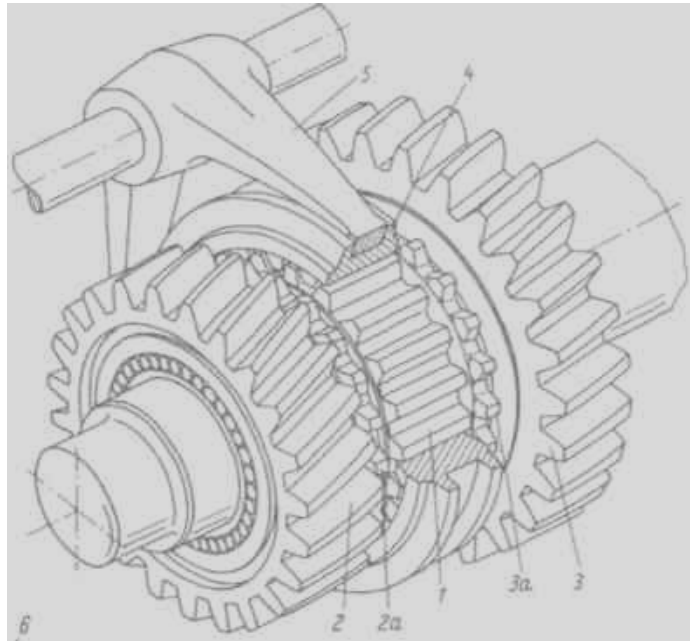
- Ako se kod kandžaste spojnice jedna polutka spojnice čvrsto veže za pogonsko vratilo, a druga polutka na gonjenom vratilu može aksijalno da se pomera, onda se dobija uključno-isključna kandžasta spojnica.
- Pokretna polutka spojnice vezuje se za vratilo žlebnom vezom ili klinom bez nagiba.





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Mehanička uključno-isključna spojnica sa zubima



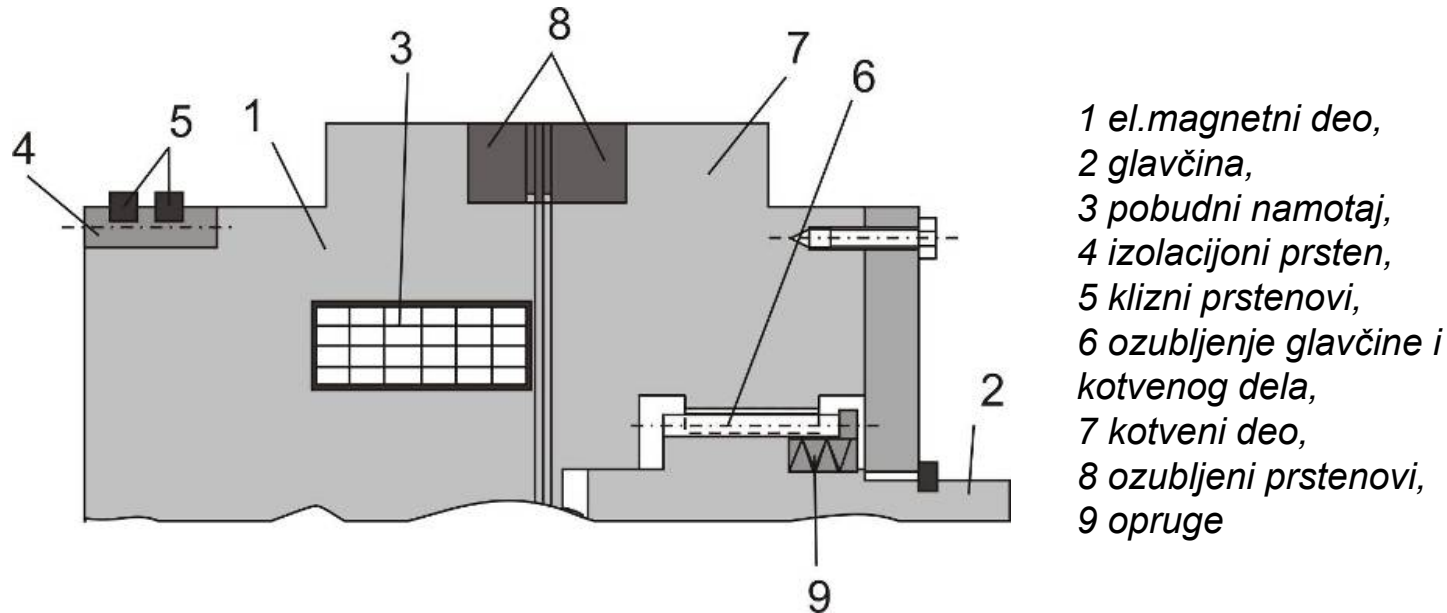
- Na slici je prikazana spojnica koja se koristi kod menjača stepena prenosa motornih vozila. Zupčanic (1) i (3) mogu slobodno da se okreću, dok je zupčanik (2) čvrsto vezan sa vratilom. Ozubljeni prstenovi (1a) i (3a) izrađeni su izjedna sa zupčanicima (1) i (3). Zupčasta obujmica (4) nalazi se stalno u sprezi sa zupčanicom (2), a preko viljuške (5) može aksijalno da se pomera. Pomeranjem zupčaste obujmice u jednu ili drugu stranu vezuju se u jednu celinu zupčanik (1) (ili zupčanik (3)) preko zupčanika (2) sa vratilom. Za uključivanje spojnice pri obrtanju vratila neophodno je da se najpre izvrši sinhronizacija brojeva obrtaja. To se izvodi preko sinhronizacionog prstena, koji u principu ima konusnu frikcionu spojnicu za preduključivanje.





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Elektromagnetna uključno-isključna spojnica sa zubima



- U jednom žlebu magnetskog dela spojnice ugrađen je pobudni namotaj. Pobudna struja za aktiviranje namotaja dovodi se preko dva klizna prstena. Posledice aktiviranja namotaja jesu privlačenje kotvenog dela i zahvat njegovog i ozubljenog prstena magnetskog dela, a time i uključanje spojnice. Isključenje spojnice izvode pritisne opruge smeštene između glavčine i kotvenog dela čim se prekine dovod pobudne struje. Vođenje aksijalnog pomeranja kotvenog dela spojnice, potrebno za njeno spajanje i razdvajanje, omogućeno je kliznim spojem tog dela s glavčinom pomoću evolventnog ozubljenja na njihovim dostupnim površinama. Postoje izvođenja u kojima se te spojnice spajaju delovanjem opruga, a razdvajaju elektromagnetnim delovanjem namotaja

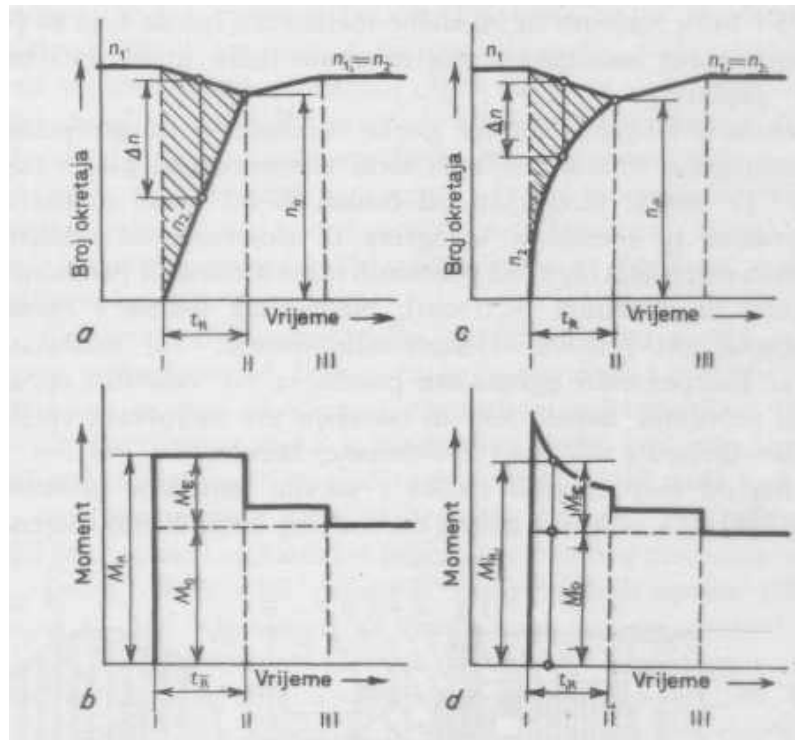


## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice

- Bez obzira na konstrukciju obrtni moment, odnosno snaga koju prenose ove spojnice zavisna je od pritisne sile usmerene isključivo na frikcijsku površinu spojnice i od koeficijenta trenja.
- Moment spojnice mora biti jednak zbiru momenta okretanja  $M_O$  potrebnog za neubrzanu rotaciju vođenog vratila (normalnog ili stacionarnog momenta okretanja) i momenta ubrzanja  $M_E$ .

$$M_\varepsilon = I \frac{d\omega}{dt} = \frac{GD^2}{4g} \cdot \frac{2\pi dn}{dt} = 1.57 \frac{GD^2}{g} \cdot \frac{dn}{dt} \quad M_R \geq M_\varepsilon + M_O$$





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

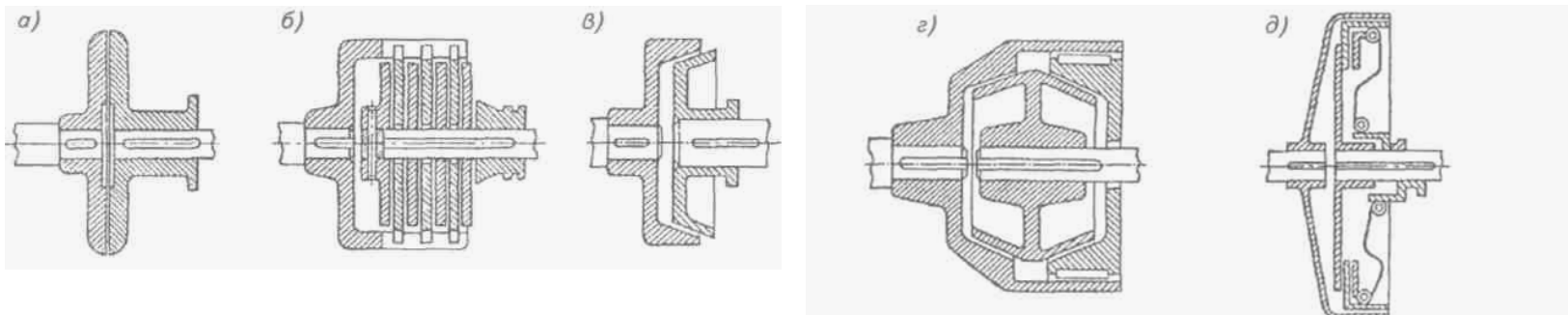
### Frikcione uključno-isključne spojnice

- Pri proračunavanju tih spojnica treba izračunati rad trenja. To je potrebno ne samo za određivanje gubitaka energije već i za pretvaranje količine toplote koja se kod rada razvija u spojnici, a prema tome i od mera potrebnim za njeno odvođenje. Taj rad trenja iznosi

$$W_R = 2\pi M_R \int_0^{t_R} \Delta n dt$$

što znači da je šrafirana površina u dijagramima mera toga rada. Obično se toplotni učinak toga rada određuje za period od jednog sata množenjem s odgovarajućim brojem uključenja. On je srazmerno velik. Trošenje frikcijskih površina i zagrevanje štetne su posledice tih učinaka i glavni nedostaci frikcionih spojnica koje se često uključuju za vreme rada.

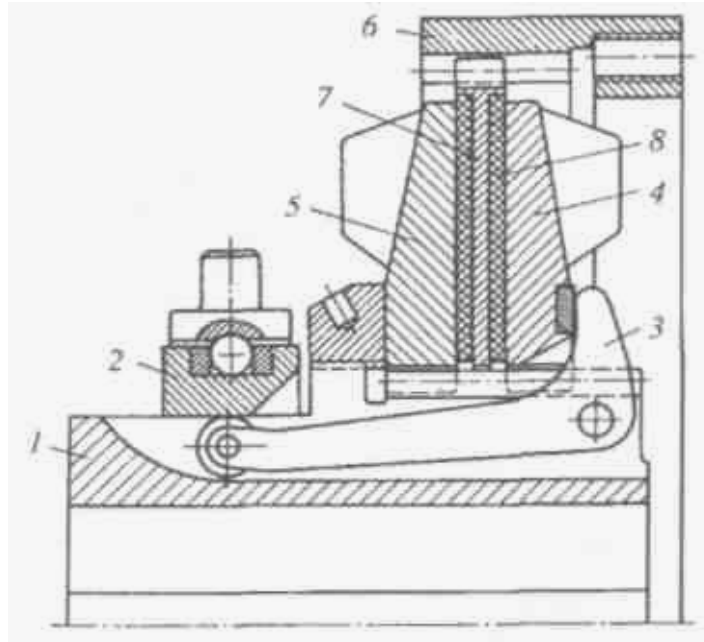
- Frikcioni elementi tih spojnica mogu biti napravljeni (odnosno njihove površine samo obložene) od različitih materijala. Metalne frikционе površine trebaju biti podmazane, a drvo, koža i papirnate mase natopljene mašću. Azbestne mase ne treba podmazivati.
- Mehanički razdvojive frikционе spojnice mogu se podeliti prema obliku njihovih frikcionih površina na spojnice sa čeonim i spojnice sa konusnim površinama. Prve se dalje dele na spojnice sa pločama i spojnice sa lamelama (lamelarne spojnice).





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice - sa mehaničkim uključivanjem

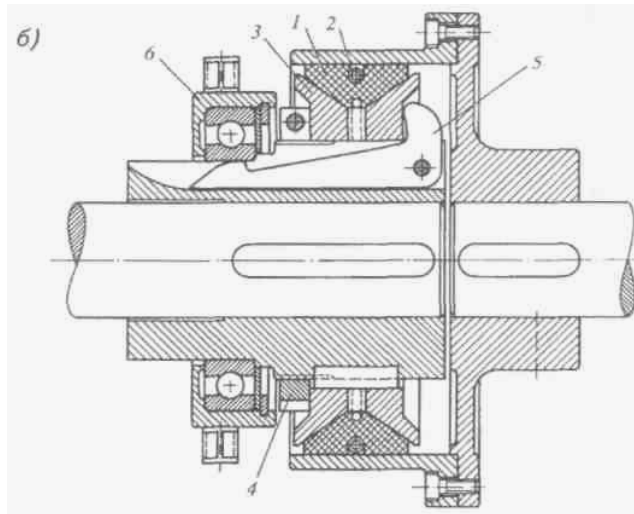


- Potrebna normalna sila kod ovih spojnice ostvaruje se mehaničkim putem i to najčešće sistemom ugaonih poluga ili preko opruga. Ovaj način koristi se kod zahteva za daljinskim uključivanjem. Na glavčini spojnice (1) nalazi se obujmica (2), koja preko odgovarajućih poluga može aksijalno da se pomera. U podužnim žlebovima po obimu glavčine postavljene su ugaone poluge (3), kojih ima najmanje tri. Aksijalni položaj diska (5) određen je navrtkom, koja služi i za fino podešavanje njegovog aksijalnog položaja, dok frikcioni disk (4) može slobodno aksijalno da se pomera.
- Druga polutka spojnice (6) preko žleba je povezana sa diskom (7), koji je sa obe strane obložen frikcionim slojem (8). Dejstvom poluge (3) na disk (4) ostvaruje se odgovarajući pritisak između dodirnih površina, čime je spojnica uključena. Pomeranjem obujmice (2) ulevo, oslobađa se ugaona poluga (3) i spojnica je isključena.



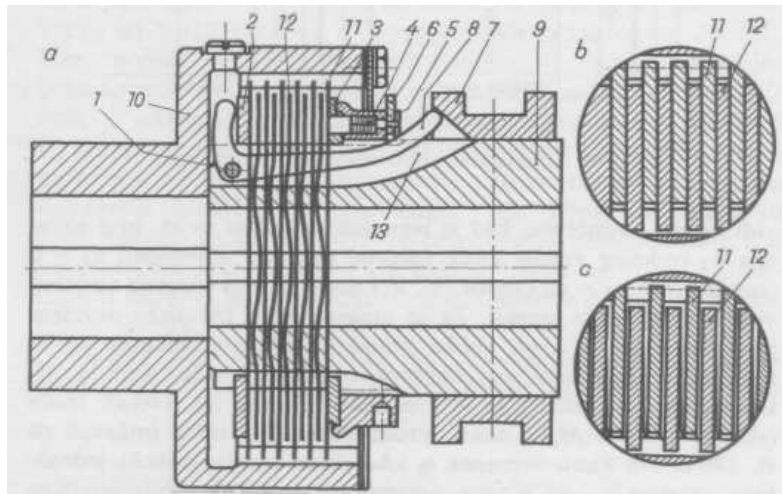
## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice - sa mehaničkim uključivanjem



Frikciona spojnica sa frikcionim prstenom

- 1 frikcioni prsten
- 2 opruga
- 3 konusni diskovi
- 4 navrtka
- 5 ugaona poluga,
- 6 obujmica



Frikciona spojnica sa frikcionim lamelama

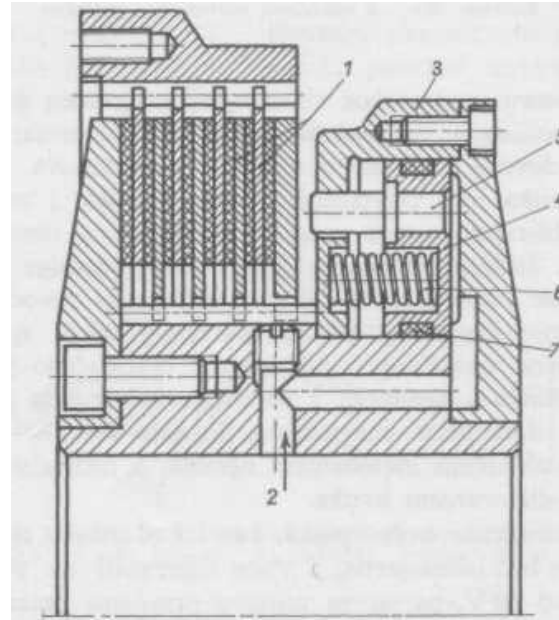
- 1 klin zgloba
- 2, 3 pritisne ploče,
- 4 postavna navrtka,
- 5 sigurnosni klin,
- 6 sigurnosna pločica,
- 7 pokretni prsten,
- 8 poluga,
- 9 vođena glavčina,
- 10 vodeća glavčina,
- 11 spoljašnje lamele,
- 12 unutrašnje talasaste (sinusne) lamele,
- 13 prostor za polugu





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice - sa pneumatskim uključivanjem



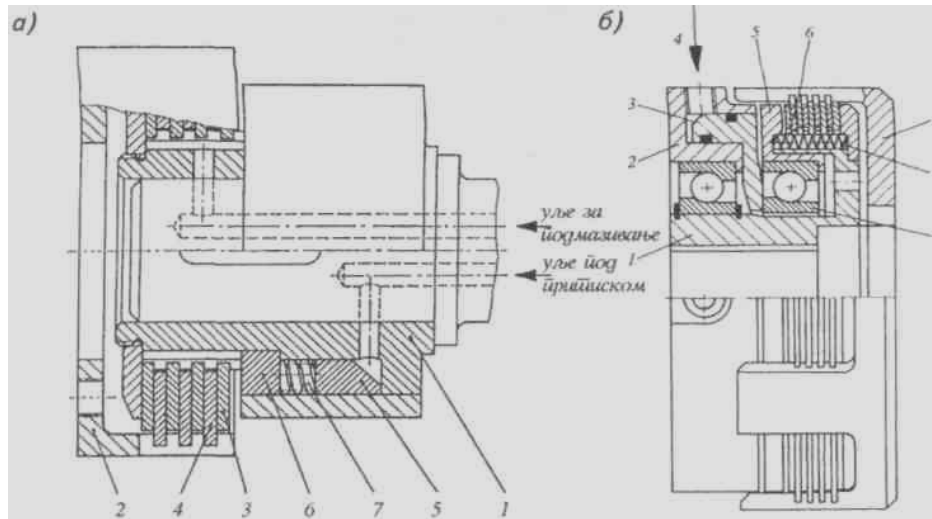
- 1 lamele,
- 2 vazdušni kanali ,
- 3 cilindar,
- 4 štap,
- 5 šraf,
- 6 opruga,
- 7 dihtung

- Uglavnom se za spajanje i razdvajanje ovih spojnica mogu upotrebiti svi frikcionni elementi kakvi se upotrebljavaju i u mehanički razdvojivim frikcionim spojnicama. Ipak, za frikционе elemente ovih spojnica najviše se upotrebljavaju lamele.
- Cilindar uređaja za aktiviranje ove spojnice priključen je na rezervoar komprimovanog vazduha sastavom kanala u vratilu i u spojnici preko obično magnetskih ventila za automatsku regulaciju dovoda vazduha pri uključanju i njegovog ispuštanja pri razdvajanju. Pri spajanju spojnice sabijen vazduh pritiska štap. Pomakom štapa on pritiska paket lamela. Pri razdvajanju spojnice, opruge vraćaju štap u prvobitni položaj.
- Odlika ovih spojnica je da se čvrsto spajaju. Pri tome postoji stalna inertnost uslovljena vremenom potrebnim za uspostavu dovoljnog pritiska u cilindru uređaja za aktiviranje (do 1 sek, već prema veličini spojke). Nedostaci ovih spojnica jesu problemi povezani s mogućnošću korozije pod uticajem vlažnog komprimovanog vazduha.



## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice - sa hidrauličnim uključivanjem

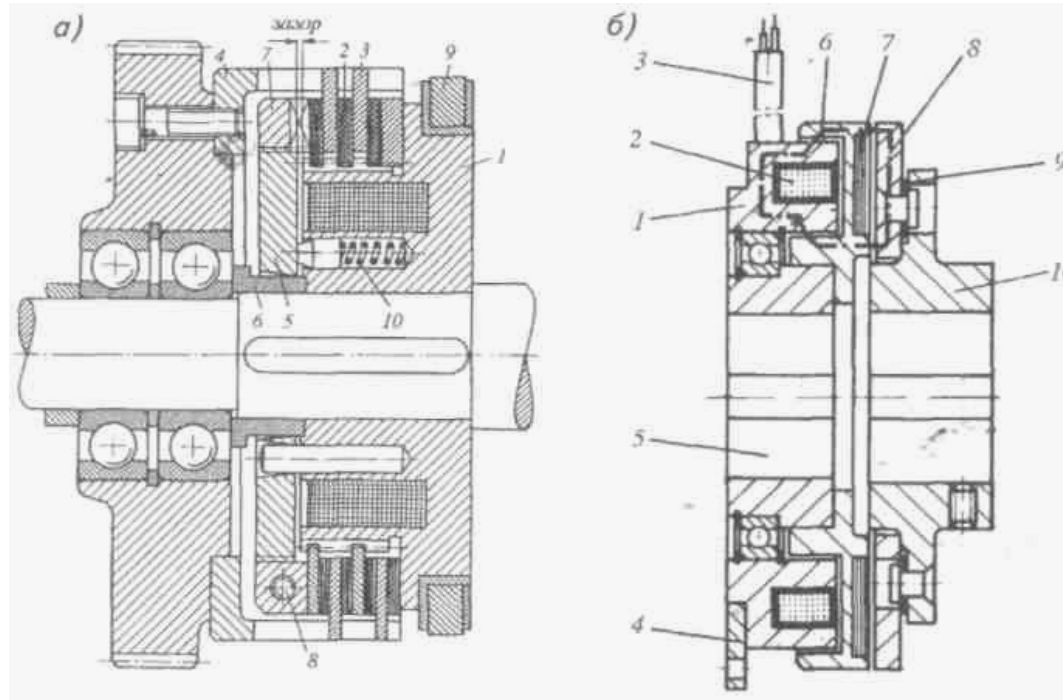


- Hidraulički razdvojive spojnice po svojoj su konstrukciji sasvim slične pneumatski razdvojivim, a imaju i slična svojstva. Naročita im je odlika što omogućavaju regulaciju ugaonog momenta, koji prenose promenama pritiska tekućeg medija. Kao tekući medij obično služi lako mineralno ulje.



## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Frikcione uključno-isključne spojnice - sa el. magnetnim uključivanjem



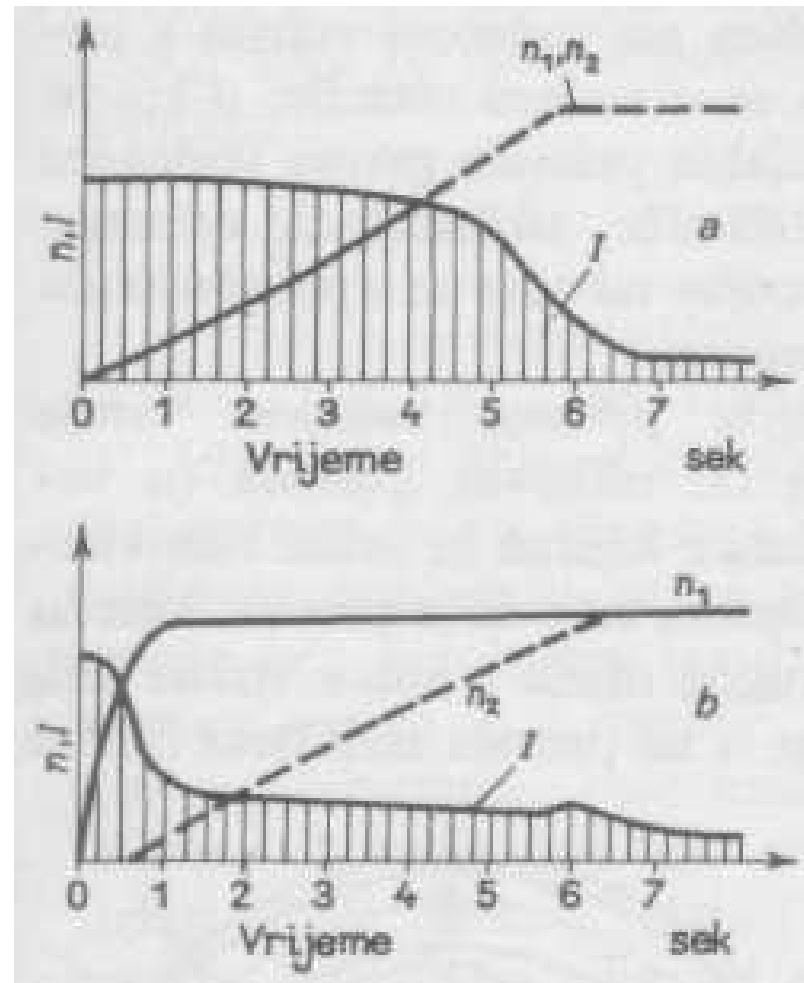
- Elektromagnetski razdvojive spojnice takođe mogu imati različite frikционе elemente, kao i elektromagnetski razdvojive, zubne spojnice mogu imati uređaje za aktiviranje sa ili bez kliznih prstenova. Najčešće su lamelarne ili s pločama. Glavne prednosti elektromagnetski razdvojivih spojnica su jednostavnost konstrukcije, mali potrošak energije i mogućnost regulisanja ugaonog momenta što prenose naponom pobudne struje. Njihova lamelarna izvođenja upotrebljavaju se najviše u alatnim mašinama.



## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Spojnice za puštanje u rad

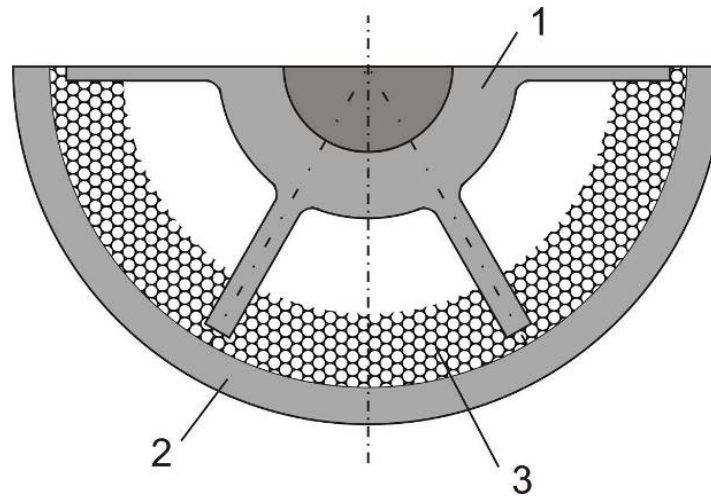
- Spojnice za puštanje u rad omogućavaju pogonskim mašinama da postignu približno puni broj obrtaja i time puni obrtni moment pre nego ih optereti vođena mašina. Time se izbegava potreba da se pogonski mašina dimenzioniše za snagu potrebnu za upuštanje.
- To delovanje spojnicu za puštanje u rad šematski je prikazano dijagramima na slici, koji prikazuju promenu brojeva obrtaja elektromotora sa kratkospojnom kotvom  $n_1$  i njom vođenom mašinom  $n_2$ , jačina struje  $I$  elektromotora, računajući od trenutka uključenja, i to za slučaj spoja krutom spojnicom (slika a), i spojnicom za puštanje u rad tipa Pulvi (slika b).





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Spojnice za puštanje u rad – Spojnice Puvlis i Metalluk



1 Vodeći deo,  
2 vođeni deo,  
3 čelične kuglice, odnosno  
grafitana čelična zrnca

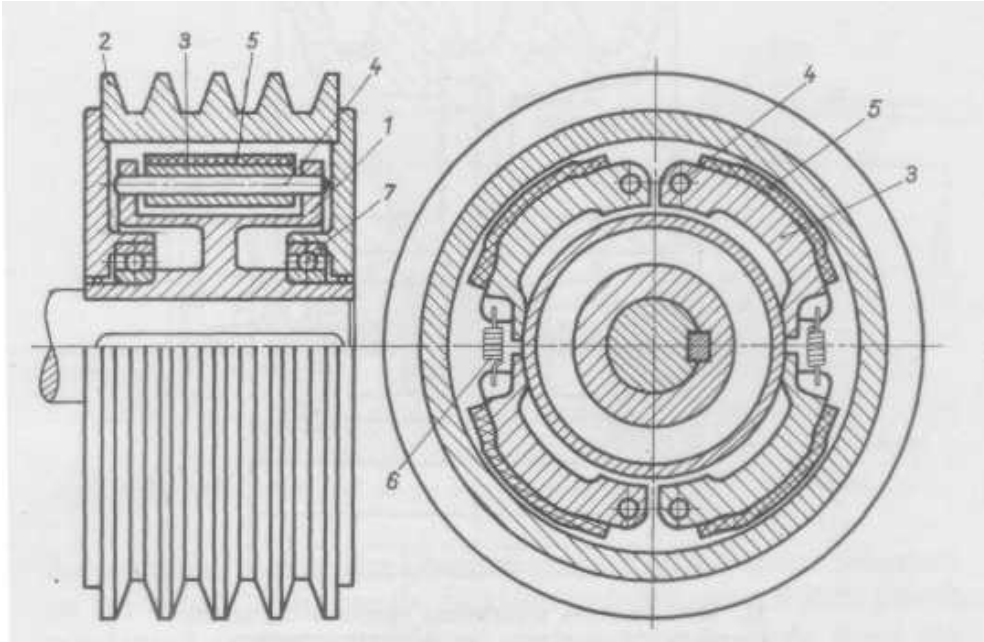
- Prikazane su presekom na slici (među njima nema konstruktivne razlike). Njihov vodeći deo je kolo s lopaticama, a vođeni jednostavni bubanj. Vođeni deo može biti remenica, zupčanik i slično. Lopatice pregrađuju prostor unutar frikcionog bubnja u izvestan broj jednakih komora. U svaku od njih smešten je jednaki broj kuglica prečnika 5 ~10mm, kod spojnice Metalluk, odnosno grafitnih čeličnih zrnaca prečnika 1 mm (kod spojnice Pulvis).
- Pri malom broju obrtaja, dok je delujuća centrifugalna sila još mala, lopatice guraju kuglice pred sobom. Povećavanjem broja obrtaja raste centrifugalna sila koja uzrokuje sve veću silu trenja klizanja između kuglica, a takođe između njih i unutrašnje obodne površine bubnja. Pri tome se, u određen trenutku počinje prenositi i ugaoni moment, koji takođe raste i na vođenoj strani. Konačno, otpor trenja na vođenoj strani postaje dovoljno velik da prestane klizanje i da nastupi sinhrono okretanje vodećeg i vođenog dela. Ako u pogonu dođe do preopterećenja, klizanje nastupa ponovo. Da bi se ograničilo istrošenje usled trenja u ovoj spojci, ona se puni mazivom (uljem). Prenosivi obrtni moment ovih spojnice može se regulisati količinom čeličnih kuglica.





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Spojnice za puštanje u rad – Čeljusne centrifugalne spojnice



- 1 vodeći deo,
- 2 vođeni deo — klinasti remen,
- 3 čeljusti,
- 4 klinovi,
- 5 frikционе obloge,
- 6 opruge,
- 7 kuglični ležaji

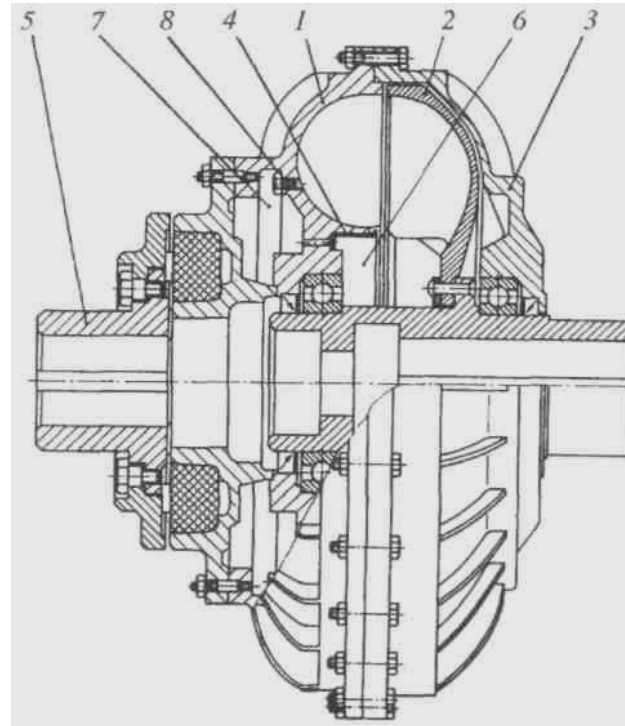
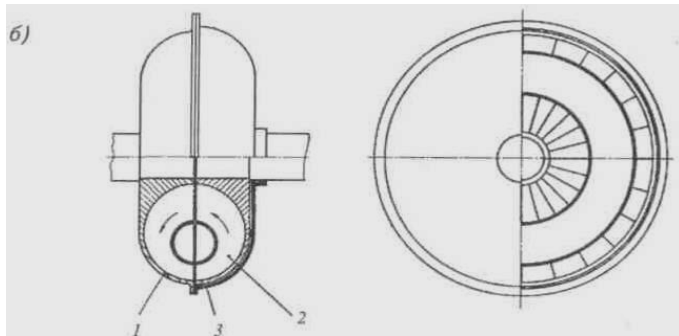
- Ove spojnice su predstavnici spojnice za regulisano puštanje u rad, koje tu funkciju obavljaju pomoću opruga. Pri tome se one sa određenom protivsilom suprotstavljaju radu frikcionih površina u spojnici u međusobni dodir pod utecajem centrifugalne sile, pa se taj dodir uspostavlja istom onda kad centrifugalna sila postane veća od protivsile opruga. Tek tada počinje delovati opisani mehanizam prenosa ugaonog momenta trenjem.

- Oprugama su međusobno spojeni delovi parova njenih frikcionih elemenata (čeljusti), a zglobno su spojeni s vodećim delom spojnice pomoću klinova koji služe kao okretišta. Čeljusti su obložene frikcijskim materijalom. Mirovanje vođenog dela spojnice za vreme praznog hoda omogućeno je spojem s vratilom pomoću kugličnih ležaja.



## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Spojnice za puštanje u rad – hidrodinamička spojnica



- 1-пумпно коло;
- 2-турбинско коло;
- 3-омотач;
- 4-лопатица;
- 5-еластична спојница;
- 6-предкомора;
- 7-допуска комора;
- 8-млазница

• Спојница се састоји од пумпног кола (1), турбинског кола (2) и омотача (3), који је завртњевима везан за пумпно коло тако да чини целину -кућиште. Пумпно коло је везано са погонским вратилом, а турбинско са гоњеним вратилом. И пумпно и турбинско коло имају по обиму полуторусне шупљине са радијално постављеним лопатицама.

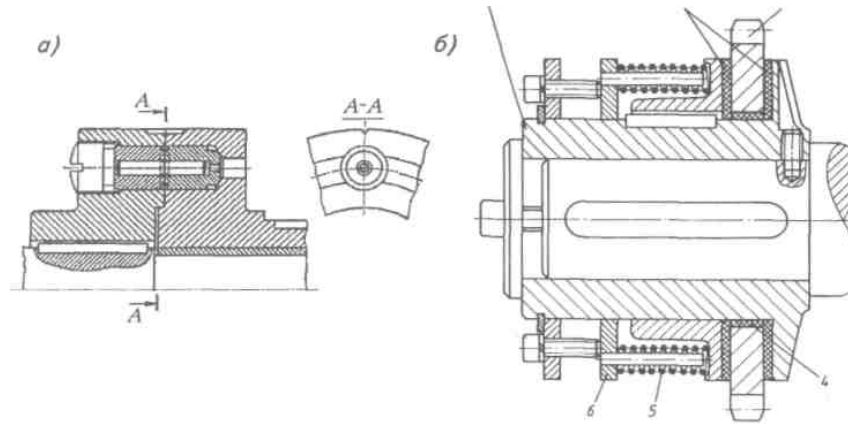
• При обртању пумпног кола, услед центрифугалне силе уље почиње да струји према споља, стварајући струју и у турбинском колу. Уколико турбинско коло има мањи број обртаја од пумпног кола, долази до смањења брзине струјања уља, тако да се уље поново враћа у пумпно коло.





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Sigurnosne spojnice



- Sve spojnice, koje mogu prenositi obrtni moment pri asinhronoj rotaciji njihovih delova, mogu se upotrebiti kao sigurnosne spojnice. One se zato mogu jednostavno podesiti, tako da pri prekoračenju nekog dopuštenog ugaonog momenta prestaju raditi sinhrono, pa deluju idealno prigušujuće. Kao sigurnosne spojnice upotrebljavaju se i frikционе spojnice sa stalnom pritiskom silom. One se ubrajaju u tzv. automatske sigurnosne spojnice, tj. takve koje se samostalno razdvajaju pri prekoračenju dopuštenog ugaonog momenta, pa počinju klizati, i ponovno uključuju kad se veličina momenta opet smanji na svoju normalnu vrednost. Za razliku od automatskih, vrlo su jednostavne sigurnosne spojnice, koje spajaju oblikom (Spojnice s prekidnim osovinama), ali im je mana da se ne mogu ponovno samostalno uključiti. Takve sigurnosne spojnice s prekidnim osovinama krute su spojnice s polovinama međusobno spojenim osovinama, koji su dimenzionisani tako da se preseku kad moment koji se prenosi prekorači dopuštenu veličinu. Da bi se sprečilo oštećivanje provrta na tim osovinama, do čega bi moglo doći do razdvajanja, one se zaštićuju, a osovine su od mekanijeg materijala. Za ponovno uključanje ovih spojnica potrebna je izmena osovina. Osim tog nedostatka ovih spojnica je i taj što se veličina prenosivog momenta ne može regulisati.

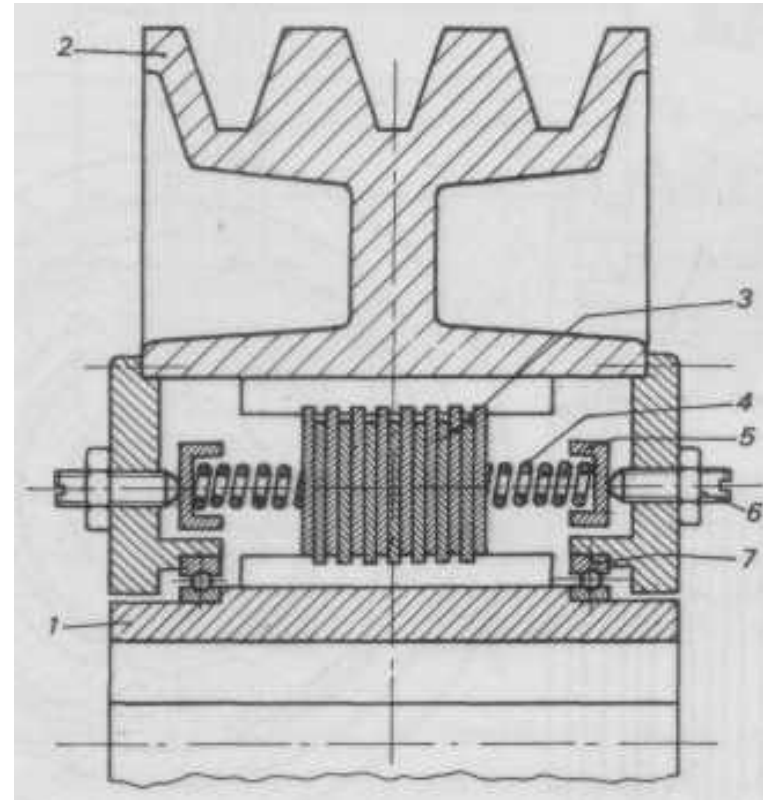




## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Sigurnosne spojnice – frikционе sigurnosne spojnice

• Bez obzira na vrstu frikcionih elemenata, ove spojnice se izvode tako, da spomenuti uslov za njihovu upotrebu u sigurnosne svrhe (stalna sila koja steže frikcijske elemente) bude ispunjen. To se može postići na jedan od opisanih načina (pomoću pneumatskih, hidrauličnih ili elektromagnetskih uređaja), a najjednostavnije oprugama. Konstrukcija mora predvideti izdašno odvođenje toplote koja se razvija trenjem klizanja. Jedna izvođenja lamelarne sigurnosne spojnice s oprugama prikazana je na slici. To su zapravo frikционе spojnice kod kojih je pritisak na frikционе površine ostvaren pomoću aksijalnih opruga koje deluju na paket lamela. Za vreme mirovanja pritisak se može regulisati pomoću bočnih vijaka. Kad obrtni moment za vreme rada prekorači postavljenu vrednost dolazi do klizanja među lamelama.



1 deo spojnice uklinjen na vratilu,  
2 vođeni deo spojnice s remenom,  
3 paket lamela, 4 opruge,  
5 prsten držač opruga,  
6 vijak za podešavanje, 7 kuglični ležaj



## ***Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice***

### **Jednosmerne spojnice**

**Jednosmerne spojnice** prenose obrtni moment samo u jednom smeru, a pri okretanju u suprotnom smeru veza spojenih delova se sama prekida. Drugim rečima, pogonski i gonjeni deo spojnice mogu slobodno da se okreću u jednom smeru (slobodni smer), dok su u drugom smeru uključeni (blokirani smer).

U praksi se primenjuju kao:

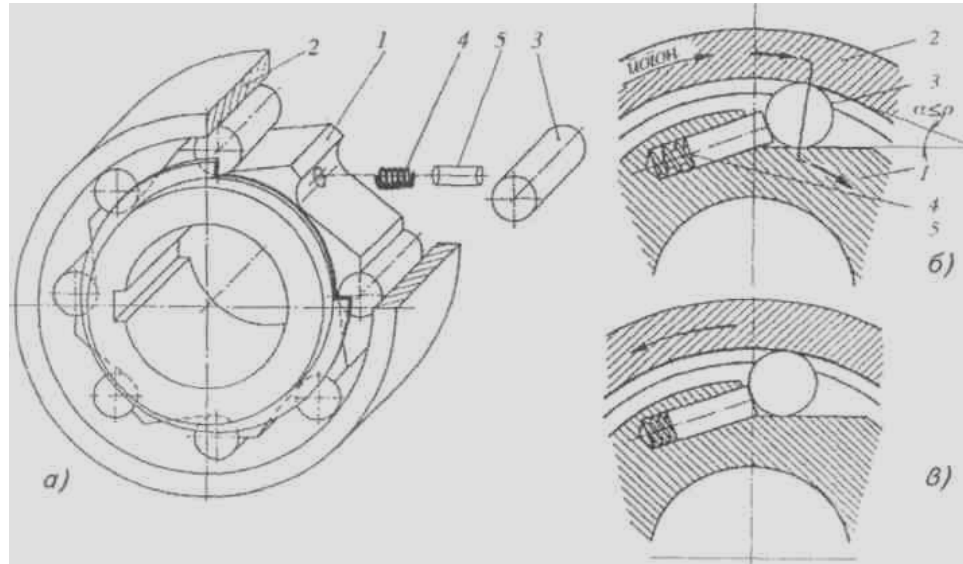
- Prestižne spojnice koje vezu automatski prekidaju kada gonjeni deo počne brže da se okreće od pogonskog. Kao primer može da se navede pogon sa dva motora, pri čemu se glavni motor brže okreće od pomoćnog, tako da se preko spojnice vrši njihovo razdvajanje. Isti je slučaj i kod promene stepena prenosa kod automatskog menjača.
- Blokirajuće spojnice, koje dozvoljavaju okretanje samo u jednom smeru. Primenjuju se kod isključivanja ili otkaza motora i pri tome sprečavaju da pod dejstvom opterećenja dođe do okretanja u suprotnom smeru (na primer kod kranova, uspinjača, transportnih uređaja, itd.).
- Spojnice kod prekidnih kretanja, koje pretvaraju oscilatorno kretanje u prekidno okretanje u jednom smeru. Primena kod mašina za pakovanje, tekstilnih mašina, poljoprivrednih mašina, alatnih mašina, u procesnoj industriji, itd. Jednosmerne spojnice koriste se vrlo često za spajanje obrtnih delova sa vratilom, kao što su zupčanici, lančanici, itd.
- Veza između polutki jednosmernih spojnica može biti ostvarena oblikom (kinematička veza) ili putem trenja (dinamička veza).





## Razdvojive spojnice – uključno-isključne spojnice

### Jednosmerne spojnice – frikciona spojnica



- Jednosmerna frikciona spojnica prikazana je na slici. Spojnica se sastoji od spoljašnjeg prstena (2) i klinasto po obimu usečenog unutrašnjeg prstena (1). Između ova dva prstena postavljeni su valjčići (3), koji su preko pritisne osovinice (5) i opruge (4) pritisnuti na spoljašnji prsten. Pri okretanju spoljašnjeg prstena u smeru prikazanom na slici b, dolazi do uklinjavanja valjčića u prostor između spoljašnjeg i unutrašnjeg prstena, i na taj način svaki od njih prenosi odgovarajuću obimnu silu. Uslov da dođe do prenosa obimne sile je da ugao trenja  $r$  bude veći od ugla klina  $a$  u zoni kontakta valjčića sa prstenovima.
- Pri okretanju spoljašnjeg prstena u suprotnom smeru - slika v, valjčići se usled sile trenja povlače nazad u prošireni međuprostor potiskujući osovinicu, tako da nastaje prazan hod spojnice.