



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU



OSNOVI MAŠINSTVA

- PREZENTACIJA BR. 17 -

Dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

SADRŽAJ PREZENTACIJE

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

- Vratila,
- Osovine,
- Osovinice,
- Ležaji,
- Spojnice.



OSNOVI MAŠINSTVA



U osnovne elemente za prenos obrtnog kretanja spadaju:

- vratila,
- osovine i
- osovinice.

Vratila su mašinski elementi koji služe kao nosači prenosnika (zupčanika, kaišnika, lančanika) i drugih obrtnih mašinskih delova koji prenose obrtni moment M (Nm) i obrtno kretanje ω (s^{-1}), te su napregnuta na uvijanje i savijanje. Pored toga, mogu biti napregnuta na sabijanje i istežanje.

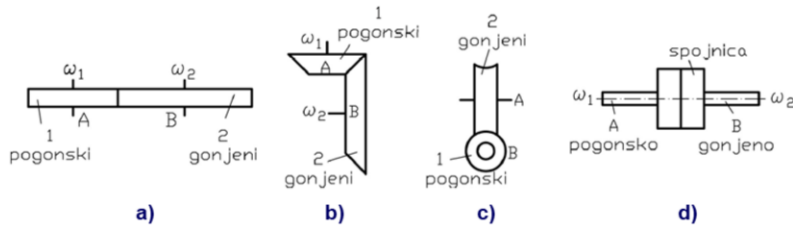
Osovine prenose obrtno kretanje ω (s^{-1}), ali ne prenose obrtni moment ($M = 0$). Izložene su naprezanju na savijanje.

Osovinice omogućavaju zglobnu (obrtanu) vezu između dva mašinska dela. Izložene su naprezanju na savijanje i smicanje.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

Vratila

Prenos kretanja sa jednog na drugo vratilo



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Vratila se obrću zajedno sa prenosnicima i drugim obrtnim mašinskim delovima koji se nalaze na njima.

Vratila se oslanjaju u ležajima koji su opterećeni silama usled obrtnog kretanja i prenosa obrtnog momenta.

Na vratilima se nalaze i spojnice koje omogućavaju međusobno spajanje dva ili više vratila i prenos obrtnog momenta sa jednog na drugo vratilo.

Vratilo je u funkciji samo ako prenosi obrtni moment sa jednog vratila A na drugo B, bilo da su međusobno paralelna (sl. a), da se seku (sl. b), da se mimoilaze (sl. c) ili da se nastavljaju jedno na drugo (sl. d).

Za prenos obrtnog momenta na međusobno paralelna vratila se primenjuju *cilindrični* zupčanici, a za prenos na vratila koja se seku primenjuju se *konični* zupčanici. Za prenos obrtnog momenta na mimoilazna vratila koriste se *hiperbolooidni* zupčanici. Za prenos obrtnog momenta na saosna vratila koriste se *spojnice*.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE	
Vratila	
Podela vratila prema funkciji: 1. Vratila prenosnika snage; 2. Pogonska vratila energetskih mašina; 3. Specijalna vratila.	Podela vratila prema konstrukcionom obliku: a) stepenasta, b) priključna, c) zglavkasta, d) teleskopska, e) kolenasta i f) gipka.
OSNOVI MAŠINSTVA	

Prema funkciji koju obavljaju, vratila se mogu razvrstati u tri grupe:

1. Vratila prenosnika snage,
2. Pogonska vratila rotora energetskih mašina i na
3. Specijalna vratila.

Vratila prenosnika snage predstavljaju vratila koja su nosači: zupčanika, kaišnika, lančanika, spojnice, i sl. Mogu biti odvojena, ili iz jednog komada sa obrtnim delom, npr. zupčanicom.

Pogonska vratila rotora energetskih mašina se koriste se za prenos obrtnog momenta kod elektromotora, pumpi, ventilatora, turbina i sl. Ova vrsta vratila po pravilu je izložena uvijanju, a izostaju poprečne sile i savijanje.

Specijalna vratila se koriste za izvršavanje specijalnih funkcija u mašinskim sistemima. To su kolenasta vratila SUS motora, gipka odnosno savitljiva vratila koja se mogu u prostoru deformisati prema potrebi, kao i teleskopska vratila čija se dužina može menjati.

Zavisno od konstrukcionog oblika, vratila se dele na:

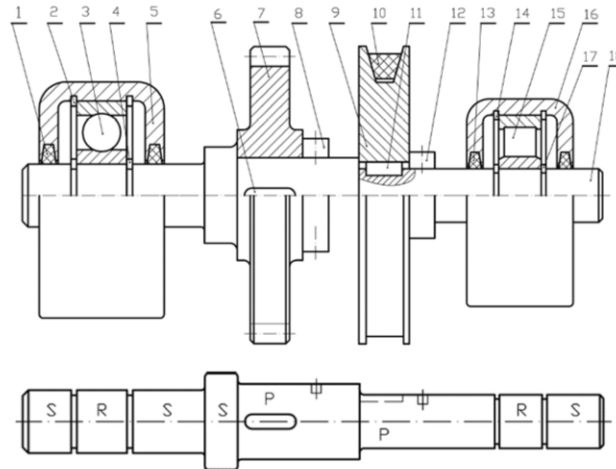
- ☐ stepenasta,
- ☐ priključna,
- ☐ zglavkasta,
- ☐ teleskopska,
- ☐ kolenasta i
- ☐ gipka.

Vratila mogu biti puna i šuplja.

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Vratila

a) Stepenasto vratilo



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

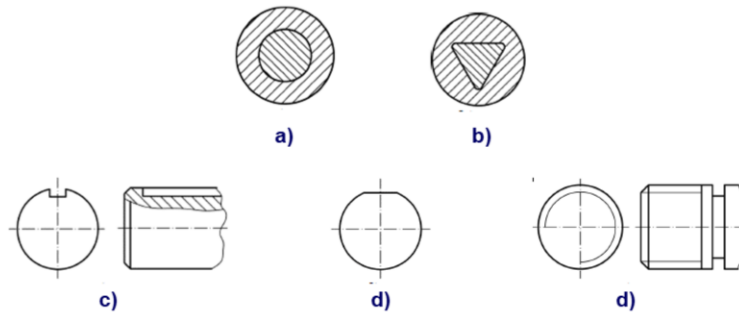
Stepenasta vratila su ona vratila na kojima se nalaze prenosnici snage (zupčanci, lančanici, kaišnici, frikcioni točkovi i varijatori).

Vratilo je opterećeno silama koje se javljaju između prenosnika koji prenose različite obrtne momente. Iz tog razloga su poprečni presezi vratila različiti, te je vratilo po dužini stepenasto. Na slici je prikazano jedno takvo stepenasto vratilo na kome se nalazi cilindrični zupčanic (7) i remenica (9) sa remenom (10). Zupčanic i remenica su spojeni sa vratilom pomoću klinova (6) i (11). Zupčanic je osiguran od aksijalnog pomeranja po vratilu sa prstenom i zavrtnjem (poz. 8 i 12). Vratilo (18) je oslonjeno u kotrljajnim ležajima sa kuglicama (3) i valjčićima (15). Ležaji (3) i (5) se nalaze u kućištima (5) i (16) koja su zaptivena sa prstenovima (1) i (13). Prstenovi ležaja su osigurani od aksijalnog pomeranja sa spoljašnjim (4) i (17) i unutrašnjim prstenastim uskočnicima (2) i (14).

Konstrukcioni izgled stepenastog vratila (18) određen je elementima na njemu i obrtnim momentom koji prenose zupčanic (7) i remen (10) na druga vratila. Delovi vratila na kojima se nalaze ležaji nazivaju se **rukavcima (R)**, delovi na kojima su prenosnici ili spojnice su **podglavci (P)**, a delovi vratila na kojima se ne nalaze drugi elementi nazivaju se **slobodni (S)**.

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Vratila



Poprečni preseki vratila i detalji na vratilima

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Stepenasta vratila su najčešće kružnog poprečnog preseka (sl. a). Retko su nekog drugog oblika poprečnog preseka, npr. trouglastog, zbog spoja sa glavčinom prenosnika (sl. b).

Na vratilima se nalaze žlebovi za klinove kojima se vratila spajaju za glavčine prenosnika (sl. c). Umesto žleba za klin, vratilo može biti obrađeno po tetivi (sl. d).

Na vratilima se zbog elemenata za aksijalno osiguranje prenosnika na vratilu nalazi zavojnica, usek i slično (sl. e).

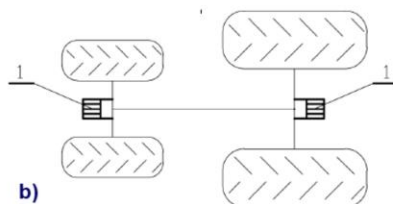
ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Vratila

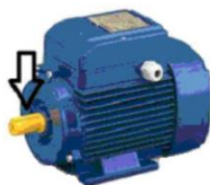
b) Priključno vratilo



a)



b)



Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Priključno vratilo je ono vratilo na koje se priključuje neki prenosnik.

Priključno vratilo je npr. izlazno vratilo elektromotora (sl. a) ili izlazno vratilo sa prednje i zadnje strane traktora (sl. b). Ova vratila su kratka i ožlebljena jer prenose velike obrtne momente.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Vratila

c) Zglavkasto vratilo



Zglavkasto vratilo



Kardanovo vratilo

Autor: Silberwolf (talk) - created by Silberwolf (talk), CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4397965>

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

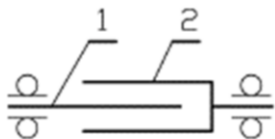
Zglavkasta vratila prenose kretanja na vratila koja nisu saosna, već se seku pod nekim uglom α (slika gore desno). Najpoznatije zglavkasto vratilo je **kardanovo**, koje zahvaljujući zglavkastim spojnica prenosu obrtanje sa pogonskog vratila (1) na gonjeno (3) koja su pod nekim uglom zakretanja α . Ugao zakretanja α je ograničen do 30° , u protivnom se javljaju velike inercijalne (dinamičke) sile koje mogu da dovedu do loma vratila. Kardanovim vrtilom se prenosi obrtni moment sa priključnog vratila traktora na priključnu mašinu koja ima obrtne radne organe.

Izgled kardanovog vratila sa dva kardanova zgloba, bez štitnika, prikazan je na donjoj slici.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

Vratila

d) Teleskopsko vratilo



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

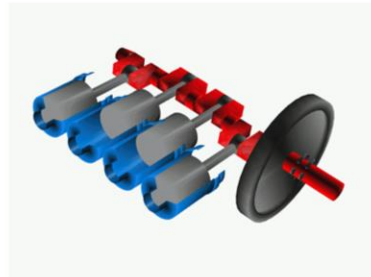
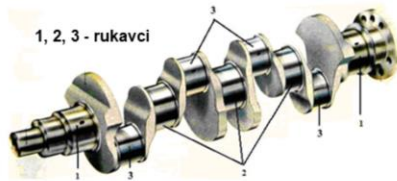
OSNOVI MAŠINSTVA

Teleskopsko vratilo ima mogućnost da menja svoju dužinu, zahvaljujući konstrukcionom rešenju vratila (1) i (2) koja ulaze jedno u drugo (slika levo). Teleskopsko vratilo ima primenu na kardanovom vratilu za pogon radnih organa priključnih mašina.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Vratila

e) Kolenasto vratilo



Kolenasto vratilo (crveno), klipovi (sivo) unutar svojih cilindara (plavo) i zamajac (crno) kao delovi klipnog mehanizma za pretvaranje pravolinijskog kretanja u kružno

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

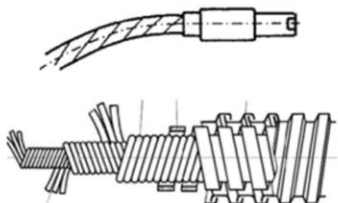
Kolenasto vratilo ima izlomljenu aksijalnu osu (gornja slika).

Koristi se kod klipnog mehanizma motora sa unutrašnjim sagorevanjem (slike u donjem redu). Kolenasto vratilo zajedno sa klipnjačom transformiše pravolinijsko kretanje klipa u obrtno kretanje, koje se preko transmissionog uređaja koristi za pogon točkova radne mašine (traktora, kombajna...). Kolenasto vratilo u motoru sa unutrašnjim sagorevanjem je složen deo koji ima važnu funkciju u prenosu obrtnog momenta od motora do transmissionog uređaja. Rukavcima se oslanja u ležićima (poz. 1, 2 i 3). Na kolenastom vratilu se uravnotežuju inercijalne sile klipnog mehanizma motora.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

Vratila

f) Gipko vratilo



Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

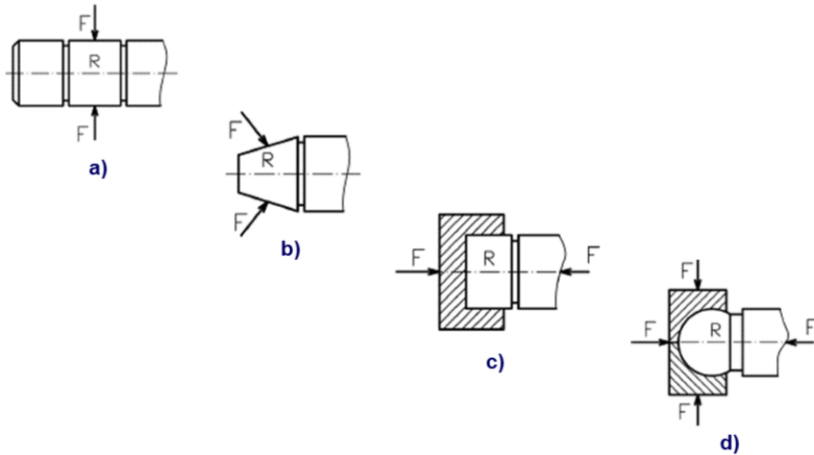
OSNOVI MAŠINSTVA

Gipka (savitljiva) vratila od pletene žice se odlikuju gipkom geometrijskom osom. Pri obrtanju vratila i prenosu obrtnog momenta osa se po potrebi pomera u svim pravcima u prostoru, što omogućava posebna konstrukcija vratila.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Vratila

Rukavci vratila



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Rukavci su delovi vratila kojima se vratilo oslanja u ležaje. Mogu se nalaziti na unutrašnjem delu vratila (sl. a) i na krajevima vratila (sl. b).

Prema konstrukcionom izgledu, rukavci se dele na **cilindrične** (sl. a) i **konične** (sl. b).

Cilindrični rukavci nose poprečna radijalna opterećenja, a konični radijalna i aksijalna opterećenja.

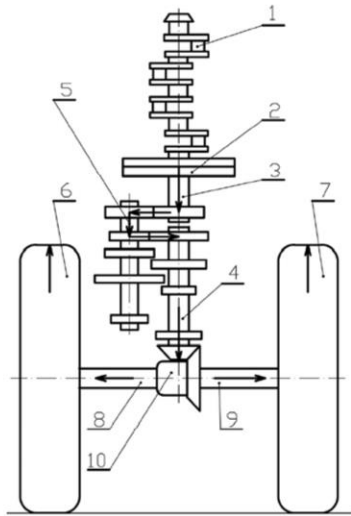
Rukavci mogu da budu opterećeni i samo uzdužno (aksijalno) (sl. c).

Rukavac može biti i sfernog oblika (sl. d), kada prenosi radijalno-aksijalna opterećenja.

Poprečno opterećeni cilindrični rukavci imaju najširu primenu. Izloženi su naprezanjima na uvijanje, smicanje i površinski pritisak. Pored ovih naprezanja treba proveriti zagrevanje koje se javlja zbog trenja između rukavca i kliznog ležaja.

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Vratila



Prenos obrtnog momenta od motora do točkova na traktoru putem različitih vratila:

- 1 - kolensto vratilo,
- 2 - spojnica,
- 3 - glavno vratilo menjača,
- 4 - vratilo,
- 5 - drugo vratilo,
- 6, 7 - točkovi traktora,
- 8, 9 - vratila diferencijalnog prenosnika,
- 10 - diferencijalni prenosnik.

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Vratila su veoma zastupljena u poljoprivrednim mašinama, bilo pogonskim ili radnim.

Primer je kod traktora za prenos kretanja od kolenastog vratila do točkova. Kolenastim vrtilom (1) prenosi se obrtni moment od motora na glavno vratilo (3). Zbog potrebe da se smanji ugaona brzina, tok kretanja se prenosi na zupčanike do drugog vratila (5), zatim na vratilo (4) do diferencijalnog prenosnika (10). Vratila diferencijalnog prenosnika (8) i (9) prenose obrtanje na točkove traktora (6) i (7).

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Vratila

Pravilno korišćenje i održavanje



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Pravilna primena vratila i svih elemenata na njemu sastoji se u tome da se:

- koriste do onih vrednosti obrtnih momenata za koje je vratilo proračunato, bez preopterećenja, ili udarnih opterećenja;
- pravilno montiraju delovi na vratilo. Važno ih je saosno montirati (da se poklapaju ose simetrije). U protivnom će biti povećane sile između prenosnika koje opterećuju vratilo i doći će do preopterećenja;
- podmazuju, na onim mestima gde je to potrebno, odgovarajućim mazivima.

Održavanje vratila se sastoji od:

- održavanja vratila u čistom stanju. Za čišćenje vratila, kao i drugih mašinskih elemenata i delova na njemu, koristi se dizel gorivo.
- zaštite od korozije koja se sastoji u podmazivanju odgovarajućim mazivima i na odgovarajući način.

Najčešća oštećenja na vratilima, koja nisu bila ili nisu mogla biti zaštićena od korozije, su različita oštećenja izazvana korozijom. Na primer, vratilo na slikama a) i b) je veoma oštećeno korozijom. Pored toga, vratilo na slici a) je smaknuto, a vratilo na slici b) je savijeno i smaknuto.

Česta oštećenja na vratilima su habanje rukavaca za klizne ležaje. Takođe, može doći do habanja rukavaca i kotrljajnih ležaja ako je prevelik zazor između rukavca i unutrašnjeg prstena, usled čega se ne obrće unutrašnji prsten zajedno sa rukavcem, već se kreće u odnosu na njega (slike c i d).

Kada su vratila dugačka može doći do nedozvoljenih vrednosti ugiba, a u ekstremnim slučajevima i do loma.

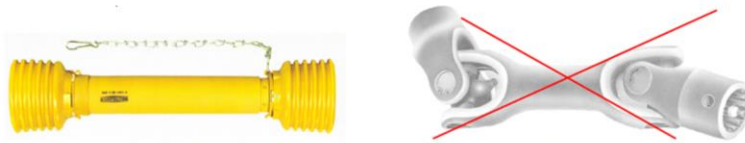
ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Vratila

Mere zaštite u cilju bezbednog korišćenja



Primeri primene štitnika i osiguranja od povreda



Primena štitnika za kardanovo vratilo

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sifnoda2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Svi delovi mašina, posebno pokretni, kao i buka i vibracije, mogu biti uzrok povreda rukovaoca u vidu posekotina, razderotina, nagnječenja, odsecanja, oštećenja sluha, oštećenja nervnog sistema i povreda sa smrtnim ishodom.

Vratila i svi mašinski elementi na njima, kao i drugi delovi koji imaju obrtno kretanje, moraju biti zatvoreni ili zaštićeni štitnicima, kako ne bi povredili rukovaoca pri obrtanju. Štitnici mogu biti od čeličnih žičanih mreža, tankih metalnih limova ili plastičnih masa. Primeri primene štitnika i osiguranja od povreda od lančanog i kaišnog prenosnika na poljoprivrednim mašinama dati su na slikama u gornjem redu. U slučaju da nema ovih štitnika može doći do velikih povreda i smrtnih ishoda. Stoga je važno da se štitnici (limovi, zaštitna mrežica i sl.) sačuvaju i uvek budu na mestu kako su postavljeni u fabrici.

U slučaju da štitnik ne može biti postavljen zbog funkcije samog vratila, rukovalac mora koristiti odgovarajuću zaštitnu opremu (cipele, naočare, rukavice i slično).

Nezaštićeno kardanovo vratilo je često izvor opasnosti po rukovaoca. Kardanovo vratilo se ne sme koristiti bez plastičnog štitnika (donji red slika), izuzev ako se nalazi unutar mašine pa je sasvim nepristupačno rukovaocu. Plastični štitnik se spaja se lancem za neki deo na mašini, tako da on stoji, a unutar njega se vratilo obrće. Štitnik kardanovog vratila se tokom korišćenja ošteti ili izlomi, te ga treba zameniti sa novim. Nezaštićeno kardanovo vratilo (slika dole desno) može da uhvati deo odeće (rukav, kraj mantila, nogavicu pantalona...) tako brzo da čovek ne može da reaguje, usled čega dolazi do povreda.

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

Osovine



Bregasta osovina (gore) i kolenasto vratilo (dole)
motora automobila

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

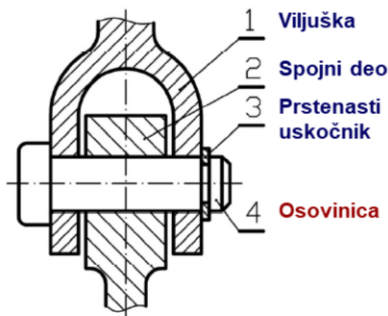
Osovine po svom konstrukcionom izgledu podsećaju na vratila, s tom razlikom da ne prenose obrtni moment, već samo obrtno kretanje. Koriste se za oslanjanje točkova koji nisu pogonski. Na primer, vratila prednjih točkova trakora su vratila kada je uključena prednja vuča, a kada nije uključena prednja vuča, to su osovine. Osovine imaju najširu primenu kao nosači točkova prikolica, kao nosači različitih doboša, rotora i sl. Osovine mogu da se obrću zajedno sa elementima na sebi ili da su nepokretne, a da se delovi obrću u njima.

Osovine su opterećene na savijanje, smicanje i površinski pritisak.

Osovine imaju kružni poprečni presek, ili neki drugi, npr. kvadratni, pravougli i sl.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

Osovinice



Osovinica za
točkove rolera

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Osovinice su osovine malih dužina koje se koriste za zglobno spajanje delova koji su međusobno pokretni. Koriste se za ostvarivanje zglobnih veza u kojima spojeni delovi imaju oscilatorno kretanje u odnosu na osovinicu i obrnuto (slika levo). Viljuška (1) se zglobno povezuje sa delom (2) pomoću osovinice (4) koja je osigurana od aksijalnog pomeranja pomoću spoljašnjeg prstenastog uskočnika (3). Da bi se obezbedila zglobna pokretljivost, potrebno je labavo naleganje između dodirnih površina delova (1) i (4), kao i između (2) i (4).

Osovinice su napregnute na savijanje, smicanje i površinski pritisak.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

Vratila / Osovine / Osovinice

Izrada vratila, osovina i osovinica



Obrada vratila



Obrada brodske osovine

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

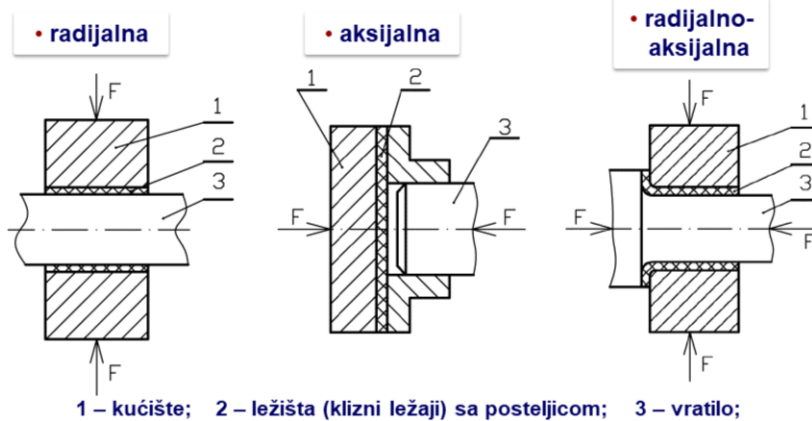
OSNOVI MAŠINSTVA

Vratila, osovine i osovinice se najčešće izrađuju rezanjem na mašinama alatkama. Za teške radne uslove i udarna opterećenja, vratila se izrađuju kovanjem, a za manja statična opterećenja livenjem.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

Ležišta i Ležaji

Podela ležišta i ležaja prema opterećanju



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

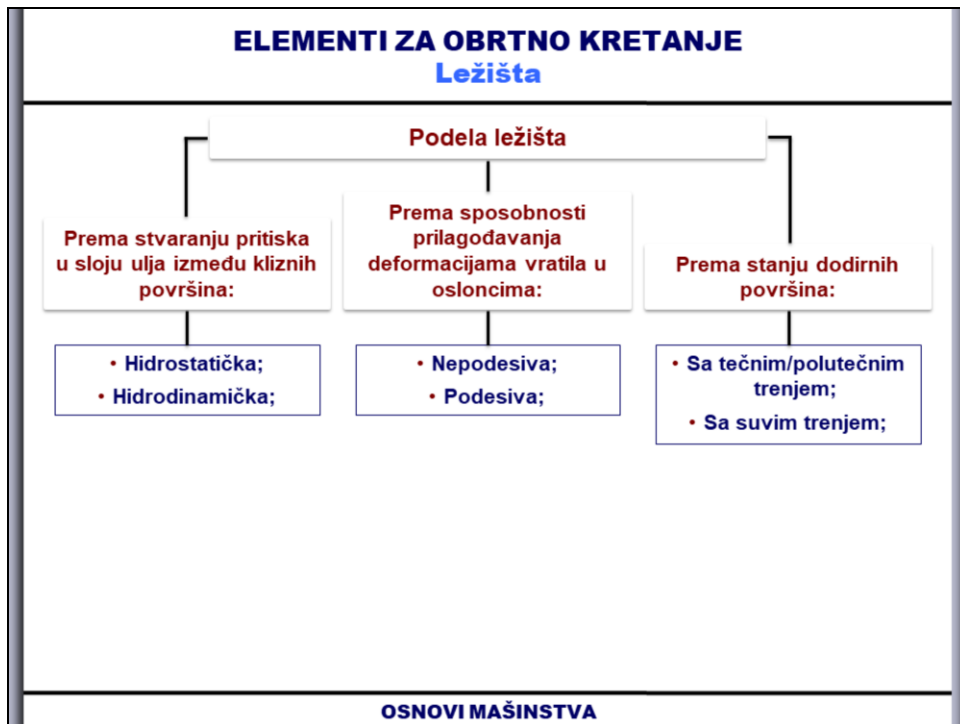
Ležišta (klizni ležaji) i ležaji (kotrljajni ležaji) su mašinski elementi koji služe za oslanjanje vratila i osovina i ostvarivanje pokretnih spojeva. Pri tome su opterećeni silama koje deluju na vratila, osovine ili pokretne spojeve. Ležišta i ležaji se nalaze u kućištima koja su zaptivena, kako bi bilo dobro podmazivanje.

Kod ležišta se javlja trenje klizanja, a kod ležaja trenje kotrljanja. Trenje kotrljanja je znatno manje od trenja klizanja, te ležaji imaju veću primenu od ležišta.

Prema načinu izvođenja uležištenja, dele se na **fiksirane** i **slobodne**. Fiksirani klizni ležaji prenose i aksijalne i radijalne sile, pa se prema tome dele na aksijalne i radijalne. Slobodni klizni ležaji prenose isključivo radijalne sile.

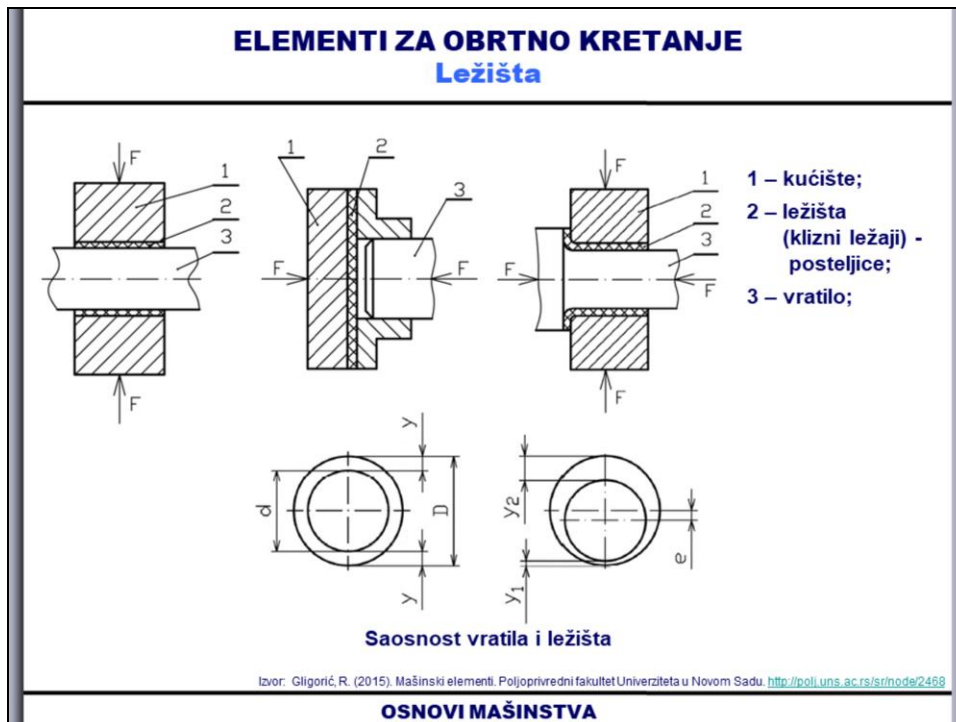
Radijalna ležišta su opterećena silom koja je upravna na uzdužnu osu vratila (sl. a). Aksijalna ležišta su takva gde je sila paralelna sa uzdužnom osom vratila (sl. b), a radijalno-aksijalna gde je sila kosa, odnosno upravna i paralelna sa uzdužnom osom vratila (sl. c). Ovakva podela se odnosi i na ležaje.

Osnovni element svakog radijalnog kliznog ležaja je posteljica, a aksijalnog ploča odnosno prsten. Kod radijalnog ležaja rukavac vratila neposredno naleže na posteljicu, a kod aksijalnog se vratilo po pravilu ne oslanja direktno čeonom površinom na ploču, već se na kraju vratila učvršćuje glavčina sa vencem čija fino obrađena prstenasta površina naleže na ploču.



Klizni ležaji su ležaji za rotaciono, oscilatorno ili linearno kretanje. Posebno su pogodni za uležištenja gde nema dovoljno prostora za ugradnju drugih ležaja, gde je potreban rad bez održavanja ili gde se mogu pojaviti problemi sa podmazivanjem.

- Ukoliko je kriterijum stvaranje pritiska u sloju ulja između kliznih površina, klizni ležaji se dele na **hidrostatičke** i **hidrodinamičke**.
- Klizni ležaji mogu biti **nepodesivi** i **podesivi** ukoliko se posmatra sposobnost prilagođavanja deformacijama vratila u osloncima.
- Prema stanju dodirnih površina, klizni ležaji se mogu podeliti na ležaje sa **tečnim/polutečnim** i **suvim trenjem**.

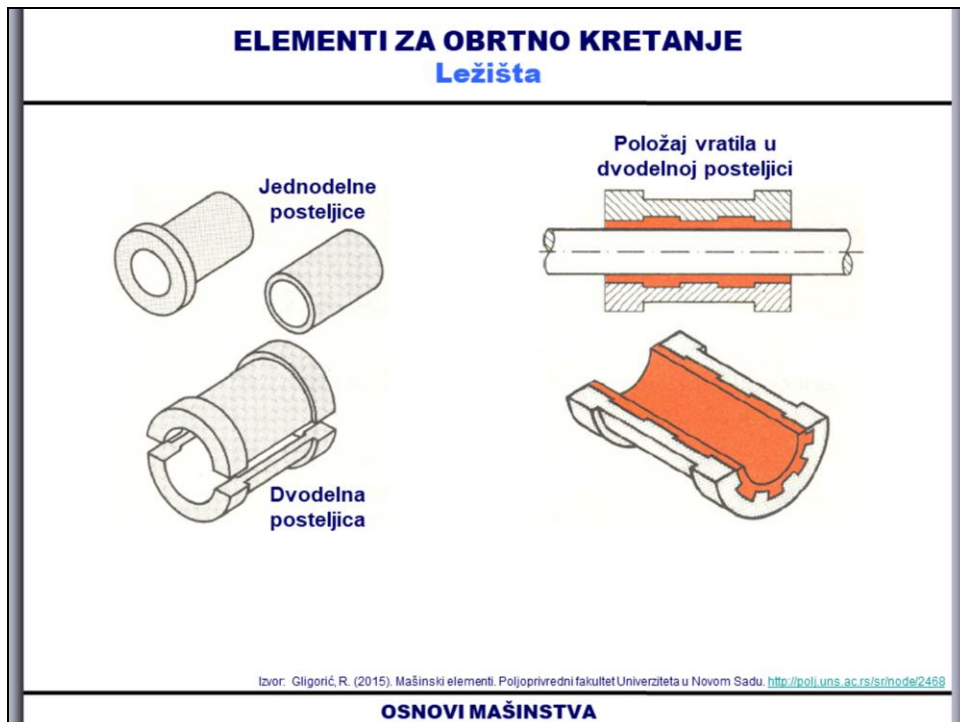


Ležišta ili klizni ležaji su svi klizni pokretni spojevi. Osnovni deo ležišta je tanak sloj antifrikcionog materijala koji se naziva posteljica (poz. 2) i koji ima mali koeficijent trenja. Između vratila (3) i ležišta (2) treba da je dovoljan zazor u kojem se nalazi mazivo. Ležište (2) je smešteno u kućištu (1) koje može biti standardnog i nestandardnog oblika. Ulogu kućišta (1) može da ima deo mašine. Vratilo se obrće, a ležište i kućištu miruje, tako da se javlja trenje klizanja između posteljice i rukavca.

Za pravilno podmazivanje je potrebno da su vratilo i otvor ležišta *saosni*, odnosno da im se ose poklapaju (sl. dole levo), tako da je po ukupnom obimu vratila isti zazor y . U suprotnom, javlja se ekscentricitet e , različite vrednosti zazora y_1 i y_2 (sl. dole desno) i nemogućnost pravilnog podmazivanja.

Kod ležišta se javlja trenje klizanja, koeficijenta μ , koji je daleko veći od koeficijenta trenja kotrljanja f ($\mu \gg f$) koje se javlja kod ležaja. Trenje klizanja je znatno, te se deo energije u mašinama koristi za savladavanje ovog trenja i znatni su gubici snage. I pored velikog trenja i gubitaka snage, ležišta imaju prednost u odnosu na ležaje u sledećim slučajevima:

- ✓ kada ležište mora biti dvodelno;
- ✓ za rukavce malih prečnika, $d < 10 \text{ mm}$. Ležaj manjeg prečnika od 10 mm je znatno skuplji;
- ✓ za rukavce velikih prečnika, $d > 300 \text{ mm}$. Ležaji malih i velikih prečnika su neekonomični;
- ✓ kada je radni vek ležaja nedovoljan. Radni vek ležišta je veći od ležaja;
- ✓ kada su potrebna veoma velika opterećenja. Ležišta mogu da nose veća opterećenja od ležaja i
- ✓ kada buka i vibracije treba da imaju što manje vrednosti. Ležaji su bučniji od ležišta.

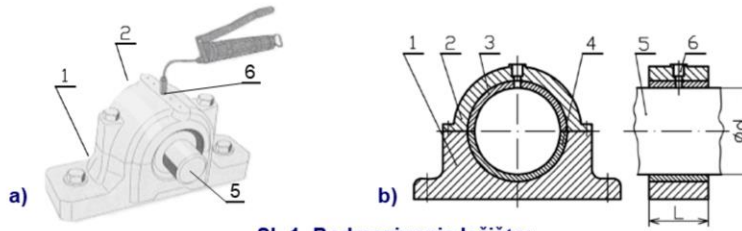


Na mestima koja su nepogodna za ugradnju kotrljajnih ležaja, dobra zamena mogu biti klizni ležaji, jer se oni mogu izraditi kao dvodelni ili iz više delova. Tipičan primer su rukavci kolenastog vratila motora kod koga se ugrađuju dvodelni klizni ležaji.

Klizni ležaj ili ležište je zapravo samo onaj tanak prsten koji se naziva **posteljica** i koja se nalazi u kućištu, a može biti jednodielna ili dvodielna (sl. levo). Dvodielna posteljica je jednostavnija za montažu (sl. desno).

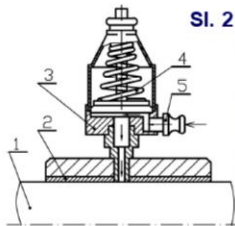
ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Ležišta



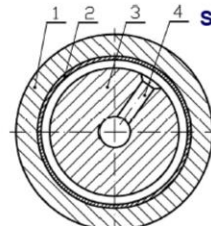
Sl. 1 Podmazivanje ležišta:

1 - donji deo kućišta, 2 - gornji deo kućišta, 3 - donji deo posteljice,
4 - gornji deo posteljice, 5 - vratilo, 6 - otvor za podmazivanje



Sl. 2 Mazalica za stalno podmazivanje ležišta:

1. vratilo,
2. posteljica,
3. telo mazalice,
4. opruga,
5. dovod maziva



Sl. 3 Podmazivanje ležišta:

1. kućište,
2. posteljica,
3. vratilo,
4. kanal

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Ležište (posteljica) se nalazi u kućištu (sl. 1a) koje može biti jednodelno ili dvodelno (sl. 1b, poz. 1 i 2).

Podmazivanje ležišta je obavezno i postiže se na različite načine - povremeno ili stalno. Za povremeno podmazivanje se koriste uređaji za podmazivanje (sl. 1a) pomoću kojih se kroz otvor (6), pomoću mazalice, utiskuje mazivo kroz kućište i posteljicu, tako da dopire u prostor između rukavca i posteljice (sl. 1b). Kućište u kojem se nalazi posteljica (3) i (4) je višedelno, najčešće dvodelno. Ulogu kućišta može imati i deo mašine.

Konstrukcija mazalice je najčešće takva da pod pritiskom opruge neprekidno se potiskuje mazivo između ležišta i rukavca (sl. 2). Opruga (4) potiskuje mazivo, dovedeno kroz dovod (5) kroz otvor ka vratilu (1).

Jednostavan način podmazivanja ležišta je prikazan na sl. 3. Kroz otvor vratila (3) i kroz kanal (4) ubacuje se mazivo pod pritiskom koje dospeva između dodirnih površina vratila (3) i posteljice (2) (sl. 3). Nedostatak ovog načina podmazivanja je taj što je vratilo na mestu otvora i kanala oslabljeno.

Kod ležišta je veoma važno da u svakom trenutku podmazivanje bude pravilno. Podmazivanje je pravilno ako je okvašeno (mokro), tj. takvo da delovi rukavca i ležišta nisu uopšte u kontaktu, već je između njih sloj maziva. Maziva mogu biti vrlo različita: ulja, masti, grafit, veštačke samopodmazujuće mase, gasovi, voda, drvo kuvano u ulju itd.

Uloga maziva je da:

- smanji trenje i habanje,
- da razdvoji dodirne površine rukavca i ležišta,
- da štiti elemente od korozije,
- da odvodi toplotu (da hladi delove) i
- da spreči prodor nečistoća i vode u ležište.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

Ležišta



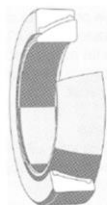
a)



b)



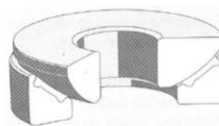
c)



d)



e)



f)

Sferni klizni ležaji

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

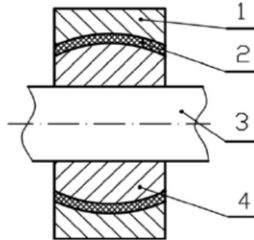
Ležišta su uglavnom cilindrična, a mogu biti i drugih konstrukcionih oblika, npr. sferna.

Sferni klizni ležaji se koriste za kompenzaciju nesaosnosti vratila i otvora ležaja. Mogu biti sferni za radijalna opterećenja, dvodelni (sl. a, b) i jednodelni (sl. c).

Sferni klizni ležaji sa kosim dodirom se koriste za radijalna i aksijalna opterećenja (sl. d, e, f).

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Ležišta



- 1 - spoljašnji prsten ležišta,
- 2 - posteljica,
- 3 - vratilo,
- 4 - unutrašnji prsten ležišta.

Samopodesivo ležište

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Ležište može biti **samopodesivo**, kada omogućava mala radijalna zakretanja vratila (slika). To je važno kod dugačkih vratila koja imaju ugib i osciluju, što je slučaj na poljoprivrednim mašinama.

Unutrašnji prsten (4) ima čvrsto naleganje sa vratilom (3) i obrće se zajedno sa njim. Spoljašnji prsten (1) miruje i nalazi se u kućištu. Između prstenova je klizni ležaj - posteljica (2). Sferni oblik prstenova dozvoljava zakretanje unutrašnjeg prstena i vratila (3) u odnosu na spoljašnji prsten (1) i kućište.

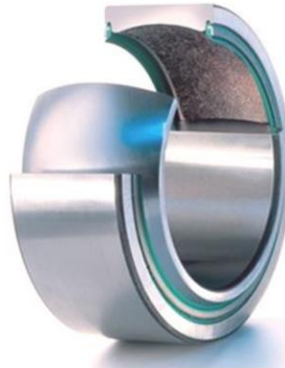
ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

Ležišta

Materijali za ležišta

Potrebne osobine materijala posteljice:

- ✓ što manji koeficijent trenja,
- ✓ da je mekan i da se dobro prilagođava vratilu,
- ✓ da nosi velika opterećenja F ,
- ✓ da dobro odvodi toplotu i
- ✓ da se pre ishaba nego rukavac.



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/noda/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

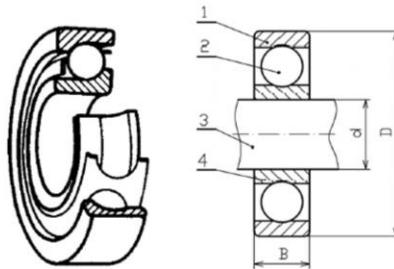
Da bi se smanjilo trenje klizanja, za ležišta se koriste materijali sa malim koeficijentom trenja klizanja i različite vrste maziva. Za posteljicu se najčešće koriste legure metala na bazi kalaja, olova, bakra, aluminijuma, antimona, cinka i dr. Najpoznatija legura za posteljicu je beli metal čiji je sastav propisan standardom. Pored ovih materijala, koriste se i metalokeramički materijali, plastične mase, guma itd.

Materijal posteljice treba da ima:

- ✓ što manji koeficijent trenja,
- ✓ da je mekan i da se dobro prilagođava vratilu,
- ✓ da nosi velika opterećenja F ,
- ✓ da dobro odvodi toplotu i
- ✓ da se pre ishaba nego rukavac.

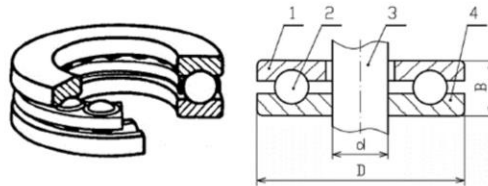
ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Ležaji



- 1 - spoljašnji prsten,
- 2 - kotrljano telo - kuglica,
- 3 - vratilo – rukavac,
- 4 - unutrašnji prsten.

Sl. 1 Kotrljajni prstenasti ležaj



- 1 - spoljašnji kolut,
- 2 - kotrljano telo –kuglica,
- 3 - vratilo - rukavac,
- 4 - unutrašnji kolut.

Sl. 2 Kotrljajni kolutni ležaj

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

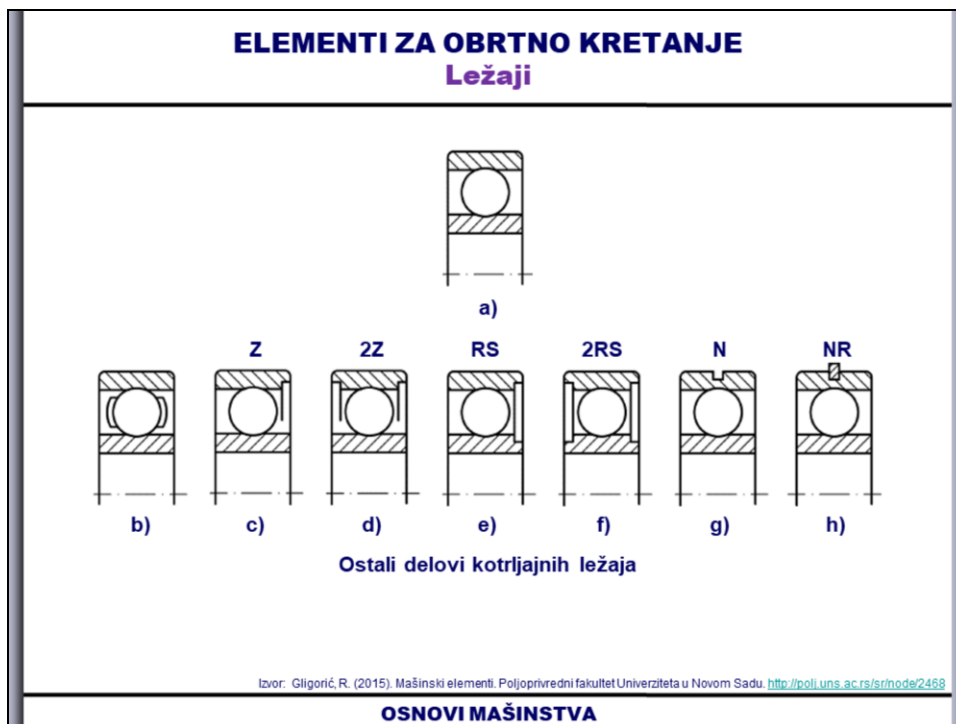
Ležaji (kotrljajni ležaji) su takvi ležaji kod kojih se između obrtnih delova javlja **trenje kotrljanja** koje je daleko manje od trenja klizanja ($f \ll \mu$).

Osnovni delovi kotrljajnih ležaja su unutrašnji prsten (sl. 1, poz. 4), spoljašnji prsten (1) i kotrljajni elementi (2). Ovakav ležaj se naziva **prstenasti ležaj** i nosi radijalna ili radijalno-aksijalna opterećenja.

Za aksijalna opterećenja se koriste **kolutni ležaji** koji se sastoje iz dva koluta (sl. 2, poz. 1 i 4) i kotrljajnih elemenata (2). Spoj vratila (3) i koluta (4) kolutnog ležaja je čvrst (sl. 2). Vratilo (3) i kolut (1) nisu u kontaktu, imaju zazor, te se ne obrću zajedno. Kolut (1) je u čvrstom sklopu sa kućištem, te su nepokretni, tako da se obrtanje ostvaruje preko kotrljajnih elemenata (2).

Osnovni geometrijski parametri ležaja su:

- prečnik provrta d ,
- prečnik ležaja D ,
- širina ležaja B i
- visina aksijalnog ležaja H .

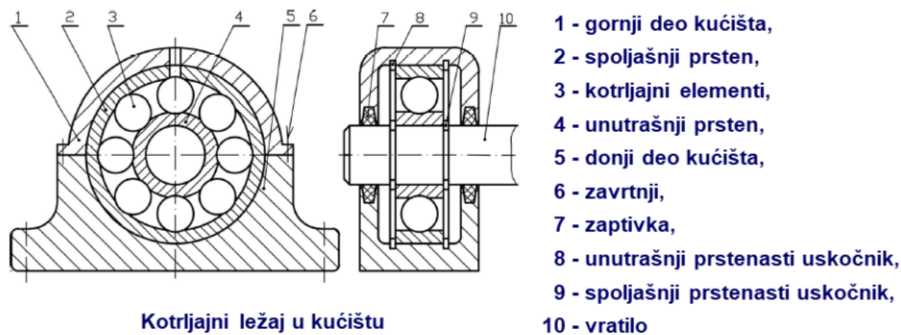


Pored osnovnih delova (sl. a), većina kotrljajnih ležaja imaju kavez, zaptivke, zaštitne elemente i uskočnike.

- Kavez drži kotrljajne elemente na rastojanju i sprečava njihovo grupisanje (sl. b).
- Kotrljajni ležaj sa zaštitnim prstenom sa jedne strane (sl. c) ima oznaku Z, a sa obe strane (sl. d) ima oznaku 2Z. Zaštitni prsten ima zadatak da spreči ulazak nečistoća u ležaj.
- Zaptivanje ležaja sa jedne strane (sl. e) nosi oznaku RS, a sa obe strane (sl. f) oznaku 2RS. Zaptiveni ležaj se u toku svog radnog veka ne podmazuje.
- Žleb se koristi za uskočnik koji osigurava spoljni prsten od aksijalnog pomeranja (sl. g). Ovakav ležaj ima oznaku N, a ako je spoljašnji uskočnik već u žlebu, oznaka je NR (sl. h).

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Ležaji



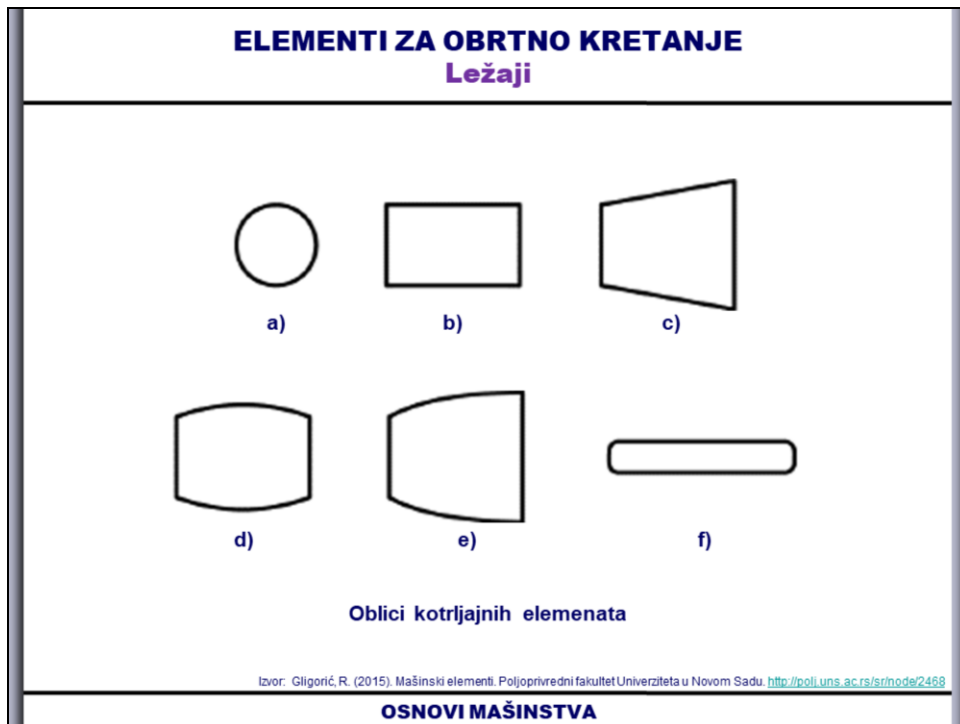
Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Kotrljajni ležaj, kao i klizni, mora biti u kućištu gde je zaštićen od spoljašnjih nečistoća (prašine, peska, opiljaka i sl.).

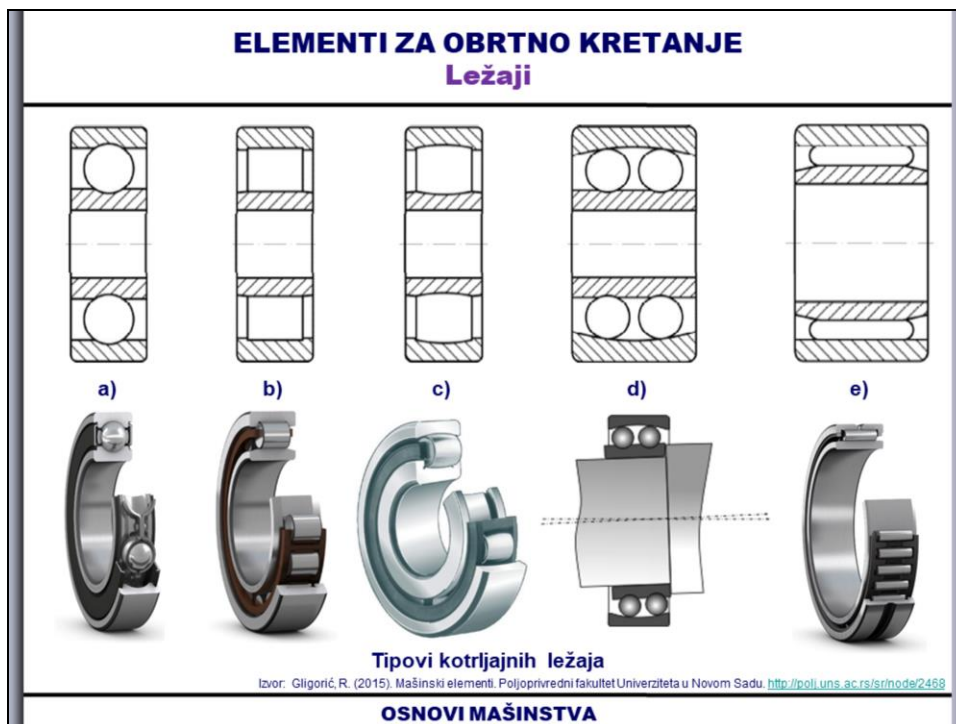
Kućiste ležaja može biti standardnog i nestandardnog oblika. Takođe, može biti jednodelnog ili dvodelnog - pozicije (1) i (5).

Vratilo u prstenastom ležaju (10) je u čvrstom sklopu sa malim preklopom sa unutrašnjim prstenom (4) i zajedno se sa njim obrće. Spoljašnji prsten (2) je u čvrstom spoju sa kućištem (1) i (5) i nepokretan je, tako da se obrtanje ostvaruje preko kuglica (3), pa se javlja trenje kotrljanja. Kućište je zatvoreno i zaptiveno pomoću zaptivnih prstenova (7). Pored toga, i sam ležaj može biti zaptiven, pa se kao takav do kraja svog radnog veka ne podmazuje. Nezaptiveni ležaji se podmazuju na različite načine i različitim mazivima. Unutrašnji i spoljašnji prsten su osigurani sa obe strane od aksijalnog pomeranja po vratilu pomoću uskočnika (8) i (9).



Kotrljajni elementi mogu biti:

- a) kuglice,
- b) valjčići,
- c) konični valjčići,
- d) burići ili bačve,
- e) konični burići i
- f) iglice.



Zavisno od oblika kotrljajnih tela i od oblika prstenova i kolutova, postoje različite standardne tipove ležaja koji mogu da nose različita opterećenja i da se koriste u različitim uslovima rada.

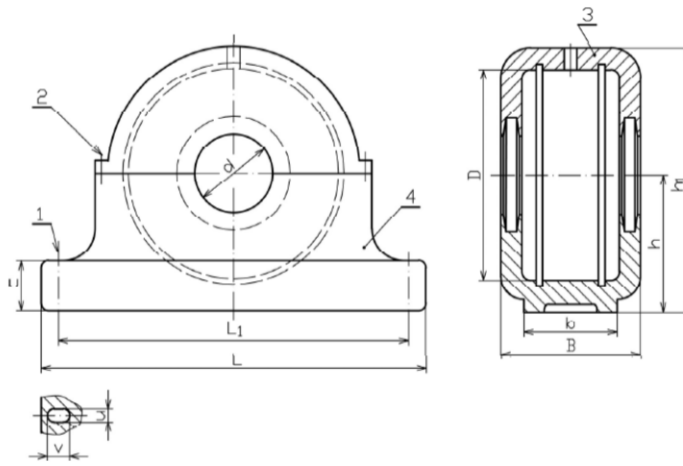
Na slici su prikazani neki od osnovnih tipova radijalnih i radijalno-aksijalnih kotrljajnih ležaja.

- a) Ležaj sa kuglicama (sl. a) ima vrlo široku primenu jer nosi velika radijalna i znatna aksijalna opterećenja, dozvoljava malo zakretanje vratila u odnosu na ležaj i jednostavne je konstrukcije.
- b) Ležaj sa valjčićima (sl. b) je namenjen za povećana opterećenja i predviđen je uglavnom za radijalna opterećenja.
- c) Buričasti ležaj (sl. c) je predviđen za teže uslove korišćenja, za velika opterećenja i može biti podesiv, odnosno da omogućava radijalno zakretanje vratila u njemu.
- d) Kuglični podesivi ležaj ima dva reda kuglica (sl. d). Nosi velika opterećenja i dozvoljava radijalno pomeranje vratila do 4° .
- e) Kotrljajni elementi igličastog ležaja su valjčići malog prečnika a relativno velike dužine koji podsećaju na iglice. Igličasti ležaj (sl. e) nosi vrlo velika promenljiva udarna opterećenja. Malih je gabarita, te ima primenu na kardanovom vratilu i drugim pokretnim delovima mašina.

Primena ležaja je veoma rasprostranjena jer imaju mali koeficijent trenja, zbog čega je potrebno mnogo manje energije za savladavanje trenja nego kod kliznih ležaja. Kotrljajni ležaji imaju i nedostatke u primeni: bučni su, kratkog su veka korišćenja, ograničenih su dimenzija (ne mogu biti ni suviše malih, ni suviše velikih dimenzija jer su tada skupi).

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Ležaji



Standardno kućište za kotrljajni ležaj:
1 - zavrtnanj, 2 - zavrtnanj, 3 - gornji deo kućišta, 4 - donji deo kućišta

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

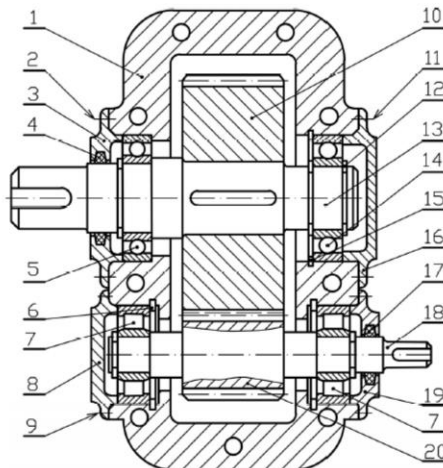
Kotrljajni ležaji se obavezno nalaze u kućištima koja mogu biti standardna ili nestandardna.

Standardno kućište se pomoću zavrtnjeva spaja za podlogu (1). Kućišta su iz dva dela (3, 4) koja se spajaju zavrtnjima (2). Mogu biti lakog i teškog tipa.

Standardna oznaka kućišta je L ØD SRPS M. C3.542, gde oznaka L znači da je laki tip, a ØD je prečnik otvora kućišta, tj. prečnik ležaja.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

Ležaji



- 1 - kućište,
- 2, 9 i 11 - zavrtnji,
- 3, 8, 16 i 19 - poklopci kućišta,
- 4 i 17 - zaptivke,
- 5, 7 i 14 - ležaji,
- 6, 12, 15 - prstenasti uskočnici,
- 10 i 20 - zupčanici,
- 13 i 18 - vratila.

Nestandardno kućište

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/index2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Nestandardna kućišta su nepokretni delovi mašina koji igraju ulogu kućišta (slika).

U nestandardnom kućištu (1) se nalaze dva spregnuta zupčanika (10) i (20) koji se nalaze na vratilima (13) i (18).

Zupčanik (20) je sastavni deo vratila (18) jer je malog kinematičkog prečnika.

Vratilo (13) je oslonjeno sa leve i desne strane u prstanastim ležajima sa kuglicama (5) i (14).

Vratilo (20) je oslonjeno u prstenastim valjkastim ležajima (7).

Kućište (1) se sastoji iz dva dela koja se spajaju zavrtnjima. Kućište je zatvoreno poklopcima (3), (8), (16) i (19). Poklopci su spojeni za kućište zavrtnjima (2), (9) i (11). Zaptivenost kućišta je obezbeđena filcanim prstenovima (4) i (17).

Spoljašnji i unutrašnji prsten ležaja (14) je obezbeđen od aksijalnog pomeranja spoljašnjim i unutrašnjim prstenom (uskočnikom) (12) i (15). Spoljašnji prsten ležaja (5) i (7) je obezbeđen sa leve strane od aksijalnog pomeranja ispuštom na poklopcima (3) i (8). Prsteni ležaja (5) su sa desne strane obezbeđeni od aksijalnog pomeranja prirodnim naslonom vratila i naslonom kućišta. Spoljašnji prsten ležaja (7) je sa desne strane osiguran uskočnikom (6).

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

Ležaji

Pravilno korišćenje i održavanje kotrljajnih ležaja

Pravilno korišćenje ležaja se sastoji u tome da se ležaji:

- ne preopterećuju,
- redovno podmazuju,
- kontrolišu i prati njihova ispravnost i
- na vreme zamene sa novim, adekvatne oznake.



Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/noda2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Pravilno korišćenje ležaja se sastoji u tome da se ležaji:

- ne preopterećuju,
- redovno podmazuju,
- kontrolišu i prati njihova ispravnost i
- na vreme zamene sa novim, adekvatne oznake.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

Ležaji

➤ Kontrola ispravnosti / monitoring stanja ležaja



Vizuelna kontrola ispravnosti ležaja

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Preventivna kontrola ispravnosti ležaja je od velikog značaja. Ako se na vreme ne otkrije oštećenje ležaja, dolazi do oštećenja i ostalih delova na vratilu: prenosnika, spojnice itd., a i samog vratila.

Najjednostavniji način je svakodnevni nadzor i osluškivanje, jer je oštećen ležaj bučniji. Kada je ležaj oštećen, povećava se njegova temperatura. Vizuelnim nadzorom se može pratiti i stanje zaptivki. U slučaju da su zaptivke oštećene, dolazi do curenja maziva. Ako je iscurelo mazivo tamne boje, znači da je zaprljano, a ako je mutno i beličasto, u mazivu je prisutna voda. Ovakva kontrola je vrlo gruba i orijentaciona. Za tačnu i preciznu kontrolu se koriste savremeni uređaji za beskontaktno merenje temperature u ležaju i merenje vibracija, na osnovu čega se primenom odgovarajućih softvera dobija procena stanja ležaja i prognoza koliko će još raditi bez oštećenja.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Ležaji



MARLIN® Condition Detector Pro IS CMVL 3600-IS Machine Reliability Inspection System www.skf.com/reliability

OSNOVI MAŠINSTVA

Za savremen način monitoringa stanja ležaja i određivanje veka trajanja koriste se metode za merenje udarnog impulsa ili takozvana SPM Metoda (*The Shock Pulse Method*). Ovom metodom mogu se detektovati udarni impulsi još u početnoj fazi razvoja oštećenja ležaja, koji uglavnom potiču zbog manjeg sloja maziva ili povećane hrapavosti dodirnih površina.

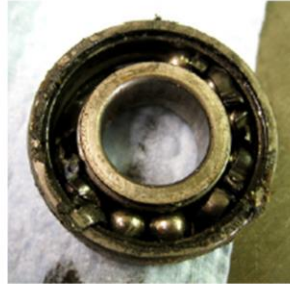
Korektivne aktivnosti održavanja u ovoj fazi su od presudnog značaja za duži radni vek ležaja i uglavnom se odnose na obezbeđivanje potrebnog sloja maziva u datim uslovima. Udarni impulsi se stvaraju u ležaju kao rezultat kotrljanja elemenata ležaja po stazi (prstenu). Ako je došlo do oštećenja ležaja, sloj maziva samo umanjuje, ali potpuno ne eliminiše pojavu udarnih impulsa, što omogućava da se SPM metoda koristi u toku ukupnog rada ležaja. Intenzitet i oblik signala udarnog impulsa je u direktnoj vezi sa debljinom sloja maziva između kotrljajnih elemenata i prstenova ležaja i mehaničkog stanja njihovih površina. Razvoj oštećenja ležaja je najčešće postepen, tako da se stalnim merenjem intenziteta udarnih impulsa može na vreme otkriti i nagoveštaj oštećenja ležaja.

Jedan od uređaja za merenje udarnih impulsa, vibracija i stanja ležaja je SKF MARLIN. Ovaj merni uređaj i drugi slični njemu, opremljeni su odgovarajućim softverom pomoću kojeg se na osnovu izmerenih udarnih impulsa i brzine obrtanja određuju brzine i ubrzanja vibracija. Merni uređaj signalizira izmerene i izračunate vrednosti u vidu dijagrama ili bojom (zelenom, žutom i crvenom). Niska vrednost vibracija i zelena boja znači da je ležaj u dobrom stanju, da je ugradnja ležaja bila pravilna, da je podmazivanje odgovarajuće i da je opterećenje u granicama dozvoljenih vrednosti. Maksimalna vrednost vibracija, koje su još u zelenom polju, znači da nema još nedozvoljenih oštećenja ležaja. Žuta boja znači da se ležaj još može kraće vreme koristiti, ali je vreme za zamenu. Maksimalne vrednosti udarnih impulsa i vibracija u crvenom polju ukazuju na veća oštećenja ležaja i da se ne može više koristiti.

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

Ležaji

Moguća oštećenja na kotrljajnim ležajima



Drobljenje i topljenje kotrljajnih elemenata ležaja

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/noda/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Do oštećenja kotrljajnih ležaja dolazi i pored njihovog pravilnog održavanja jer im je vek trajanja ograničen. Nakon određenog perioda dolazi do oštećenja kotrljajnih elemenata i dodirnih površina prstenova u vidu habanja, ljuskanja, ljuštenja, pukotina, mikropukotina i rupica, naprslina, oštećenja korozijom, zaribavanja i topljenja. Na kotrljajnim telima se najčešće pojave rupice, naprsline, pukotine, drobljenje i topljenje.

Mnogi oblici oštećenja i otkaza su međusobno povezani, tj. mnogi od njih su uzrok pojave i nastanka drugih. Uzroci za oštećenja kotrljajnih ležaja su različiti, a mogu biti:

- preopterećenje,
- greške u materijalu,
- greške u proizvodnji (greške nastale prilikom kovanja, presovanja i kaljenja, pukotine nastale prilikom brušenja, greške u tolerancijama itd.),
- pogrešna montaža ili ugradnja ležaja,
- nepravilno podmazivanje (manjak ili višak maziva, neadekvatno sredstvo za podmazivanje),
- oštećenje zaptivki,
- prolazak struje kroz ležaj,
- uticaj vlage,
- uticaj korozije i drugo.



Razvoj kotrljajnih ležaja ide u pravcima iznalaženja novih materijala i pravilnijeg korišćenja i održavanja.

Jedna od mogućnosti poboljšanja radnih karakteristika ležaja jeste **korišćenje keramičkih materijala** za izradu delova ležaja. Novi keramički materijali su tvrdi i otporni na habanje. Keramika je električni izolator, hemijski je oporna na kiseline i druga slična jedinjenja i ima dobru otpornost na koroziju. Keramika se već odavno koristi u brojnim industrijskim granama, od elektronske do hemijske i procesne industrije. Najčešće upotrebljavani keramički materijal koji se koristi za kotrljajne ležaje je tzv. "silikon nitrid" Si_3N_4 . Ovaj materijal se odlikuje visokom čvrstoćom i velikom otpornošću na habanje. Ima visoku otpornost na deformacije pri visokim temperaturama do 1000°C i malu gustinu u poređenju sa čelikom. Ima veoma mali koeficijent trenja. Međutim, keramika je krh materijal, nepogodan za obradu rezanjem i nepogodan za promenljiva i udarna opterećenja, te još uvek nema široku primenu za izradu delova mašina i ležaja.

Ležaj sa samo jednom keramičkom kuglicom (slika) svojom tvrdom površinom ravna stazu kotrljanja, čime povećava tribološke osobine celog ležaja. Jedna keramička kuglica održava kotrljajnu stazu čistom od prljavštine i drugih stranih čestica i time produžava vek trajanja ležaja čak i u ekstremno kontaminiranim uslovima.

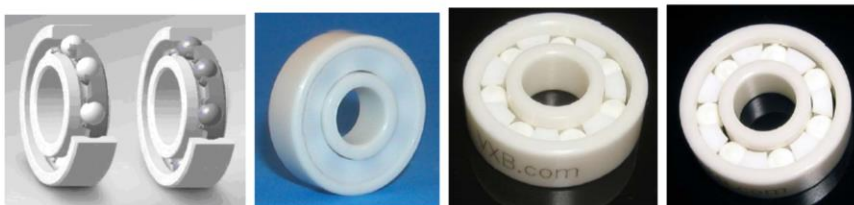
Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

Ležaji



Ležaj sa svim kotrljajnim elementima od keramike



Potpuno keramički ležaji

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Ležaj sa svim keramičkim kotrljajnim elementima (slika gore) je potpuno električno izolovan jer su spoljašnji i unutrašnji metalni prsten razdvojeni kotrljajnim elementima koji su izolatori.

Potpuno keramički ležaj (slika dole), sa svim delovima od keramike, sasvim je otporan na koroziju. Može da radi u uslovima vrlo visokih temperatura, nedovoljnog podmazivanja i teške kontaminacije.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Ležaji



Kavez od grafita
(samopodmazujući ležaji)



Kotrljajni ležaji velikih dimenzija

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

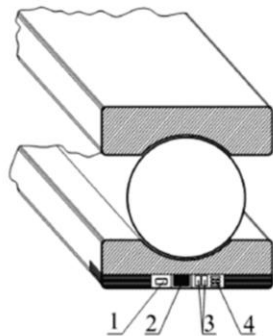
Jedna od novina kod kotrljajnih ležaja je grafitni kavez (slika gore). Grafitni kavez podmazuje ležaj bez dodatnog podmazivanja. Unutrašnji zazor je povećan na dvostruku vrednost standardnog zazora, čime se omogućava pouzdan rad u temperaturnom intervalu od -150°C do $+350^{\circ}\text{C}$.

Sveukupan razvoj tehnike, tehnologija, materijala itd. omogućio je izradu ležaja velikih dimenzija koji su teški i komplikovani za izradu (slika dole).

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

Ležaji



Raspored elemenata bežičnog senzora u kugličnom ležaju:

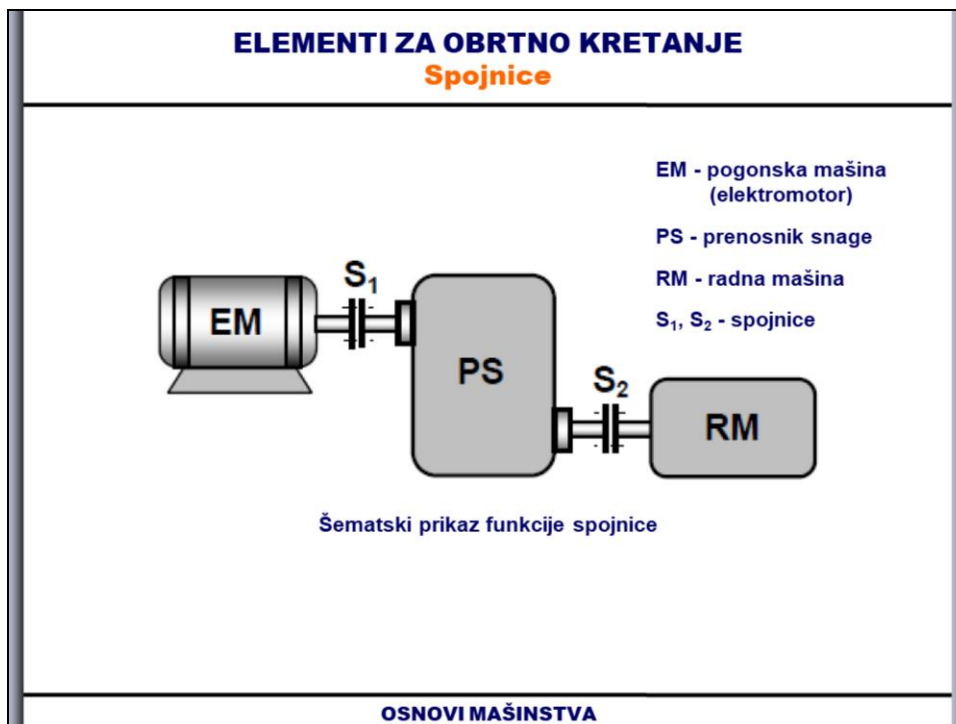
- 1 - mikroprocesor,
- 2 - senzor,
- 3 - baterija,
- 4 - nadzorni sistem

Izvor: Gligorić R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Drugi pravac razvoja kotrljajnih ležaja je istraživanje u cilju pravilnijeg korišćenja i održavanja. U tom cilju se na vitalnim ležajima mogu ugraditi senzori za kontrolu ležaja.

Na slici je prikazan jedan od primera ugradnje bežičnog senzora u ležaj koji se sastoji od mikroprocesora (1), senzora (2), baterija (3) i telemetrijskog (nadzornog) sistema (4). U ležaju se bežičnim putem prati temperatura ili neki drugi parametar. U slučaju povećane vrednosti nekog od parametara šalje se signal do korisnika, bilo do računara ili mobilnog telefona, kako bi se odmah reagovalo.



Spojnice su mašinski elementi koji se upotrebljavaju:

- za stalno ili povremeno spajanje dvaju vratila u svrhu prenosa momenta torzije, ili
- za spajanje vratila sa mašinskim delom koji se na njemu može okretati (npr. remenica, zupčanik i sl.).

Sastoje se od najmanje dva člana (primarnog - vezanog za pogonsko vratilo i sekundarnog - vezanog za gonjeno vratilo). Moguće kućište spojnice ne učestvujeu prenosu snage i kretanja.

Za razliku od prenosnika, spojnice ne menja kretanje. Jedino spojnice s proklizavanjem mogu u manjoj meri da odstupe od ovog pravila.

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

Spojnice

Zadaci spojnica:

- ✓ prigušenje torzionih vibracija,
- ✓ zaštita mašina od preopterećenja,
- ✓ uspostavljanje ili prekid prenosa momenta torzije,
- ✓ olakšavanje montaže i transporta,
- ✓ prilagođavanje odstupanja osa vratila.

Konstrukcijski zahtevi za spojnice:

- ✓ rotaciono telo što manje težine,
- ✓ dobro uravnotežena,
- ✓ smeštena što bliže ležajnim osloncima vratila,
- ✓ što jednostavnija, da se omogući brža montaža i demontaža.

OSNOVI MAŠINSTVA

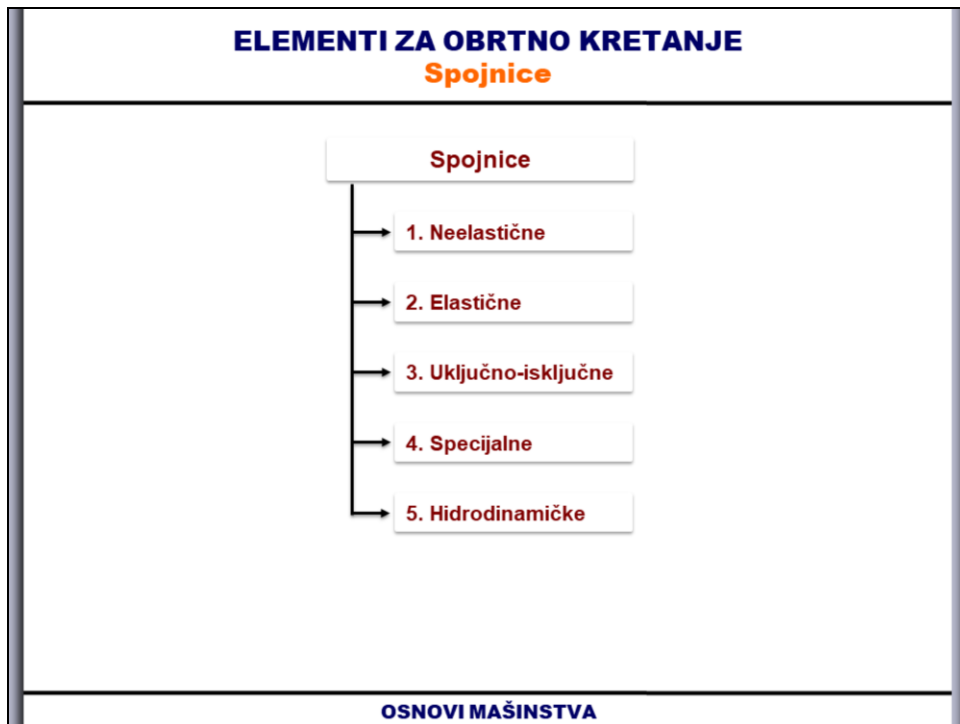
Zadaci spojnica

Pored osnovnog zadatka (prenos momenta torzije trenjem, oblikom ili njihovom kombinacijom), pojedine vrste spojnica mogu imati i dodatne zadatke:

- ✓ prigušenje torzionih vibracija,
- ✓ zaštita mašina od preopterećenja,
- ✓ uspostavljanje ili prekid prenosa momenta torzije,
- ✓ olakšavanje montaže i transporta,
- ✓ prilagođavanje odstupanja osa vratila (zbog opterećenja, netačne ugradnje ili izrade).

Konstrukcijski zahtevi za spojnice

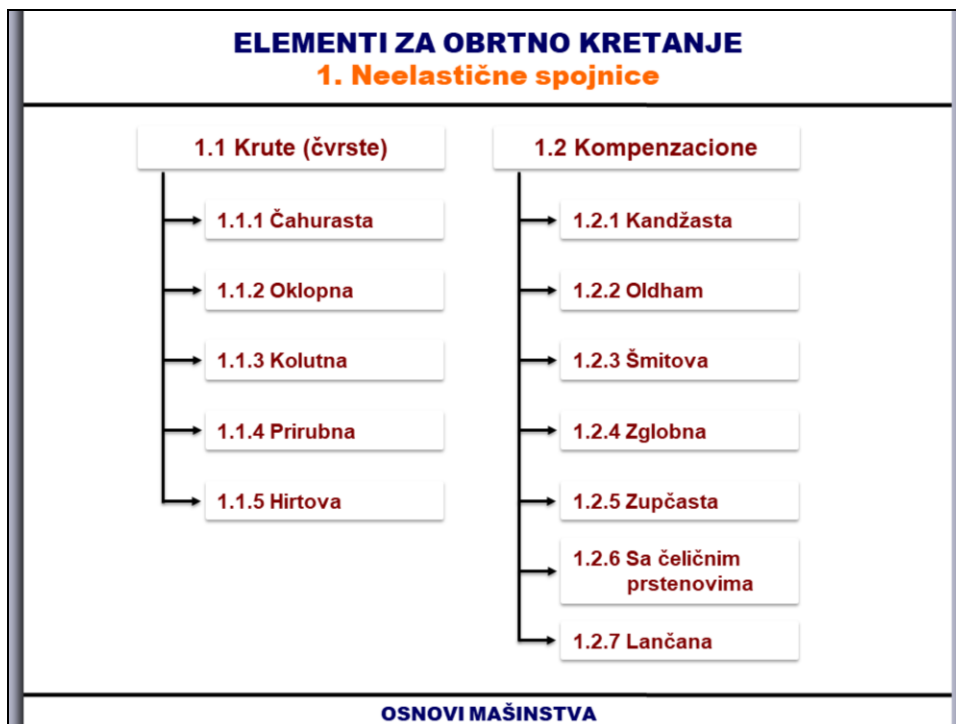
Po obliku, spojnica mora biti rotaciono telo što manje težine, dobro uravnotežena (naročito važno kod velikih brzina obrtanja) i smeštena po mogućnosti što bliže ležajnim osloncima vratila. Takođe, mora biti konstrukcijski što jednostavnija da se omogući brža montaža i demontaža.



Spojnice se dele na pet osnovnih grupa:

1. Neelastične spojnice,
2. Elastične spojnice,
3. Uključno-isključne (izvršne) spojnice,
4. Specijalne spojnice i
5. Hidrodinamičke spojnice.*

*Napomena: Hidrodinamičke spojnice su po nekim autorima podvrsta specijalnih spojnica.



Zajedničko svojstvo svih neelastičnih spojnica je da s pogonske na gonjenu stranu prenose potpuno isto kolebanje obrtnog momenta.

Prenos obrtnog momenta je krut, što znači da je prisutan nagli udar i da nema prigušenja.

1. Podela neelastičnih spojnica:

1.1 Krute (čvrste) spojnice:

- 1.1.1 Čahurasta (cevna, sa naglavkom) spojnica,
- 1.1.2 Školjkasta (oklopna) spojnica,
- 1.1.3 Kolutna (tanjirasta, sa obodima) spojnica,
- 1.1.4 Prirubna spojnica,
- 1.1.5 Hirtova spojnica;

1.2 Kompenzacione spojnice:

- 1.2.1 Kandžasta spojnica,
- 1.2.2 Oldham spojnica,
- 1.2.3 Šmitova spojnica,
- 1.2.4 Zglobna spojnica,
- 1.2.5 Zupčasta spojnica,
- 1.2.6 Spojnica sa čeličnim prstenovima,
- 1.2.7 Lančana spojnica.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

- Nisu izložene habanju/trošenju.
- Ne zahtevaju održavanje.
- Prenose obrtni moment u oba smera okretanja.
- Imaju jednostavnu konstrukciju i male dimenzije.
- Vezu između vratila ostvaruju oblikom i/ili trenjem.
- Potrebna je velika tačnost pri montaži i izradi.
- Koriste se, najčešće, za spajanje dugih i elastičnih vratila.



OSNOVI MAŠINSTVA

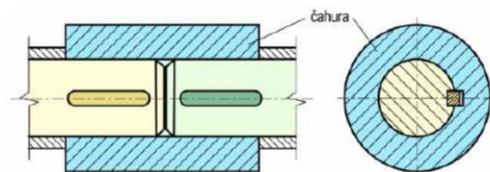
Krute spojnice povezuju kruto (čvrsto) dva vratila, odnosno ostvaruju nepokretnu vezu spojenih vratila pri čemu se ona ponašaju kao jedna celina. Krute spojnice se upotrebljavaju kada je moguće osigurati međusobnu saosnost vratila koje spajaju.

- Nisu izložene habanju/trošenju.
- Ne zahtevaju održavanje.
- Prenose obrtni moment u oba smera okretanja.
- Imaju jednostavnu konstrukciju i male dimenzije.
- Vezu između vratila ostvaruju oblikom i/ili trenjem.
- Potrebna je velika tačnost pri montaži i izradi.
- Koriste se, najčešće, za spajanje dugih i elastičnih vratila.

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

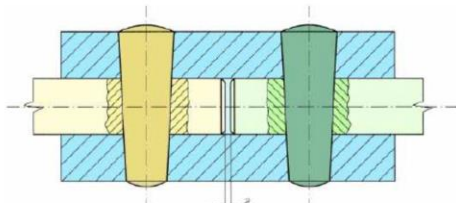
1.1.1 Čahurasta spojnica (sa naglavkom)



Čahurasta spojnica s uzdužnim klinovima kao spojnim elementima



Čahurasta spojnica sa žljebom za klin



Čahurasta spojnica s poprečnim koničnim klinovima kao spojnim elementima

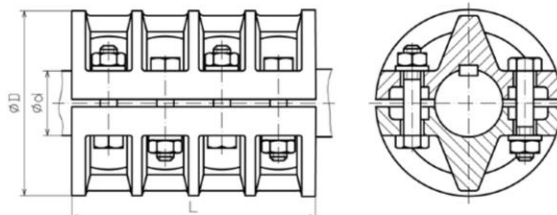
OSNOVI MAŠINSTVA

Čahurasta spojnica (sa naglavkom), sa klinovima kao spojnim elementima, konstrukciono je vrlo jednostavna. Sastoji se iz samo jedne čahure (naglavka) koja se navuče na oba vratila. Obrtni moment se prenosi klinovima na vratila koja su spojena čahurom/naglavkom. Kako je klin sa kukom izvor opasnosti, zaštićen je štitnikom. Ova spojnica je nepodesna za montažu i demontažu jer zahteva pomeranje vratila najmanje za dužinu spojnice. Zbog potrebe za dugačkim žljebom za klin ova spojnica ne može biti blizu ležaja. Predviđena je za prečnike vratila $d = 10 \div 100 \text{ mm}$. Koristi se za spajanje vratila na dizalicama.

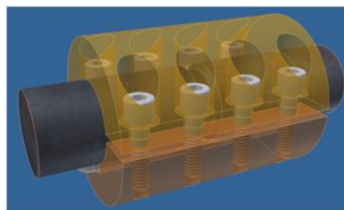
ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

1.1.2 Oklopna (školjkasta) spojnica



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>



Autor Kaboldy - Vlastito djelo postavljaja, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22723046>

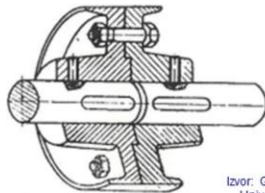
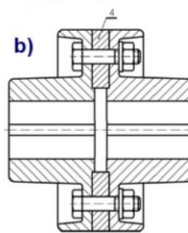
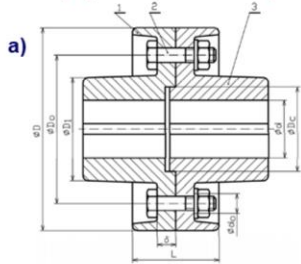
OSNOVI MAŠINSTVA

Oklopna spojnica se sastoji od dva oklopa od sivog liva koja su spojena zavrtnjima. Obrtni moment se prenosi trenjem između oklopa i vratila i klina. Ima 6 ili 8 zavrtnjeva. Lako se montira i demontira na vratilo jer je iz dva dela. Gabaritna je i teška. Koristi se za transmisiona vratila prečnika $d = (25 \div 140) \text{ mm}$.

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

1.1.3 Spojnica sa obodima (kolutna spojnica)



Spojnica sa obodima:

1 - levi obod;

2 - zavrtnji;

3 - desni obod;

4 - prsten za centriranje;



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet
Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2469>

OSNOVI MAŠINSTVA

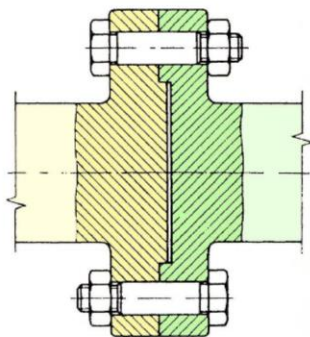
Spojnica sa obodom se sastoji iz dva oboda koji mogu biti zajedno sa vratilom (deo vratila) ili zasebno (slika). Levi obod spojnice (1) nalazi se na jednom, a desni obod (3) na drugom vratilu. Obodi se spajaju sa vratilom pomoću klinova. Obodi se međusobno spajaju zavrtnjima (2), na koje se prenosi obrtni moment. Obodi se izrađuju od livenog gvožđa. Nakon nabijanja oboda na vratila završno se obrade čeone površine kako bi bile upravne na uzdužnu osu vratila. Vratila su kruto spojena bez mogućnosti da se aksijalno i radijalno pomeraju.

Ova spojica je namenjena za kratka vratila koja su saosna. Ima više različitih konstrukcionih rešenja ove spojnice. Uglavnom se razlikuju po načinu centriranja vratila. Centriranje oboda spojnice može biti sa profilisanim završecima oboda, (slika a), gde ulaze jedan u drugi, ili sa prstenom za centriranje (slika b, poz.4).

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

1.1.4 Prirubna spojnica



Prirubna spojnica sa
iskovanim prirubnicama

OSNOVI MAŠINSTVA

Za razliku od spojnice sa obodima, prirubnica na **prirubnoj spojnici** predstavlja. sastavni deo vratila

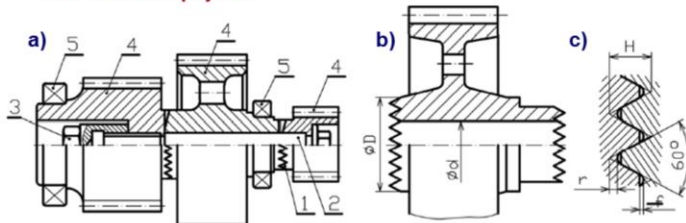
Razlikuju se dve osnovne konstrukcije. Kod prve se prirubnica izrađuje iskivanjem kraja vratila, a kod druge se prirubnica zavaruje za kraj vratila.

Prenos momenta uvijanja (obrotnog momenta) se obavlja na isti način kao i kod spojnice sa obodima, dakle oblikom i/ili trenjem.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

1.1 Neelastične krute spojnice

1.1.5 Hirtova spojnica



Hirtova spojnica:
 1 - nazubljeni deo spojnice,
 2 - zavrtnj,
 3 - navrtka,
 4 - zupčanik,
 5 - ležaj.

Izvor: Gilgorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

Primer
Hirtove spojnice



Primer
Hirtove spojnice

OSNOVI MAŠINSTVA

Hirtova spojnica ima radialno ozubljenje čeonih ploče na obe strane koje se “uzube” i kruto prenose obrtni moment.

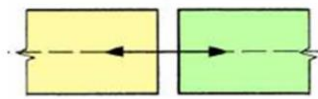
Ulogu spojnice imaju krajevi zupčanika (4) koji se spajaju i koji su na čeonim stranama posebno profilisani (1), tako da spojnice kao zasebnog dela nema (sl. a i b). Ulogu vratila ima zavrtnj (2). Pritezanjem navrtke (3) profilisani krajevi zupčanika dolaze u kontakt. Vratila se oslanjaju u ležajima (5).

Obrtni moment se prenosi trenjem između zubaca. Proračun spojnice bazira na opterećenju zubaca ili opterećenju zavrtnja. Zupci su izloženi naprezanju na savijanje i smicanje, a zavrtnj na uvijanje, savijanje i istezanje.

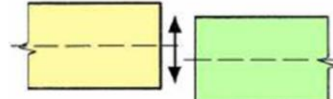
Prednosti Hirtove spojnice su brza i lagana montaža, kao i lagano isključivanje iz rada. Budući da nema klinove, nema ni oslabljujući spoj, tako da može prenositi udarna i promenljiva opterećenja. Zauzimaju malo mesta, pa su prikladne za spojeve u ograničenom prostoru, a istovremeno centriraju delove u spoju. Ova spojica je pogodna za spajanje kratkih vratila na čijem su kraju zupčanici, kao i za spajanje delova kolenastih vratila. Pogodna je za spajanje različitih elemenata na vratilu koji se mogu često menjati. Zahteva veoma preciznu izradu zubaca pošto od njih zavisi centriranje vratila, odnosno koaksijalnost (sl. c). Iako je jednostavne konstrukcije, kompleksan i dugačak proizvodni proces utiču na visoku cenu.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

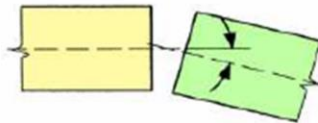
1.2 Kompensacione spojnice



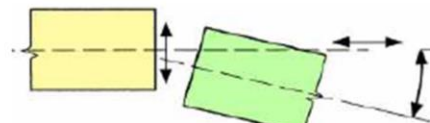
Aksijalna (uzdužna) pomeranja



Radijalna (poprečna) pomeranja



Ugaona pomeranja



Kombinovana (mešovita, složena) pomeranja

Moguća pomeranja kod kompensacionih spojnica

OSNOVI MAŠINSTVA

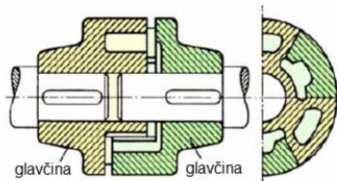
Kompensacione (pomične ili dilatacione) spojnice su torziono krute spojnice koje se upotrebljavaju kada vratila nisu saosna, pre svega zbog:

- grešaka prilikom izrade i montaže,
- posledica rada,
- temperaturne dilatacije ili
- projektovanih pomeraja vratila.

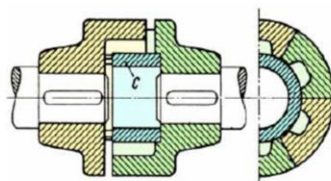
ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

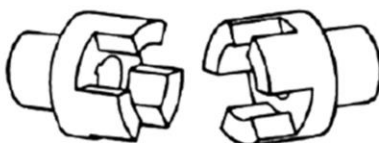
1.2.1 Kandžasta spojnica



Kandžasta spojnica sa 3 kandže kod koje je centriranje osigurano montažom oba vratila u jednoj (levoj) polovini



Kandžasta spojnica sa 3 kandže kod koje je centriranje osigurano pomoću prstena za centriranje - c



OSNOVI MAŠINSTVA

Kandžasta spojnica se upotrebljava za kompenzaciju aksijalnih pomeranja. Prenosi velike obrtne momente. Zahteva vrlo tačnu izradu i montažu, jer u protivnom prenosi opterećenje najčešće samo jednom kandžom.

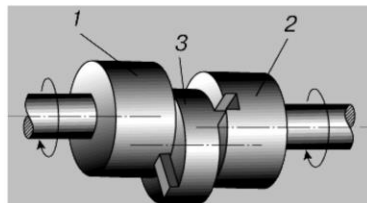
Kandžasta dilataciona spojnica se sastoji od dve glavčine sa po tri kandže koje ulaze jedne u druge. Glavčine su spojene sa vratilom pomoću klinova. Kandže se podmazuju da bi se smanjilo trenje na bokovima pri razmicanju i primicanju.

Aksijalno centriranje se osigurava montažom oba vratila u jednoj polovini spojnice (slika gore levo) ili posebnim prstenom za centriranje (slika gore desno).

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.2 Oldham spojnica



Oldham spojnica:
1 – pogonska strana;
2 – gonjena strana;
3 – centralna ploča;

OSNOVI MAŠINSTVA

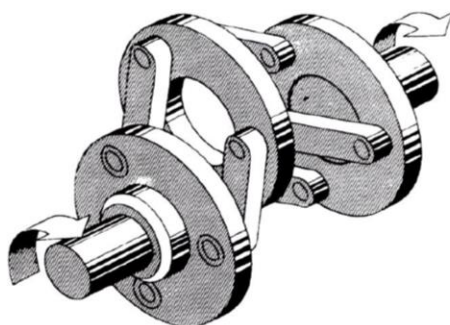
Oldham spojnica se upotrebljava za kompenzaciju radijalnih pomeranja. Zbog klizanja između dodirnih površina praćenog trošenjem, pogodna je za manje brzine i manje obrtne momente.

Sastoji se od pogonske i gonjene strane s međusobno normalnim žljebovima i centralne ploče s međusobno normalnim klinovima.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.3 Šmitova spojnica



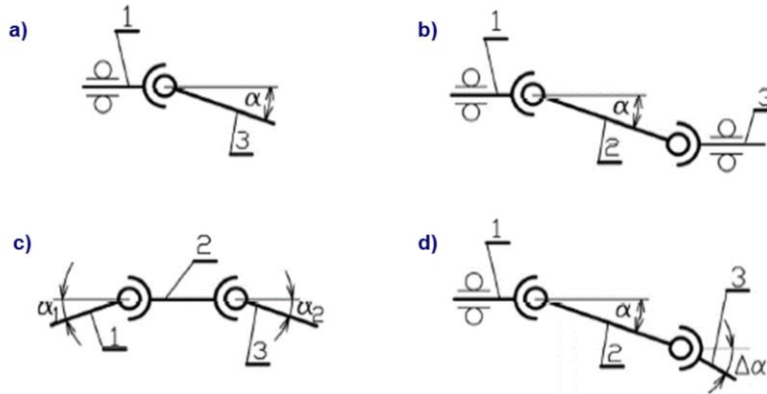
OSNOVI MAŠINSTVA

Šmitova (Schmidt) spojnica se upotrebljava za kompenzaciju velikih radijalnih pomeraja, a ima i svojstvo da dobro prigušuje radijalne vibracije.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.4 Zglobna (zglavkasta) spojnica



Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Zglobne (zglavkaste) spojnice se koriste za kompenzaciju ugaonih pomeranja.

Ove spojnice koriste se za prenos obrtnog momenta na vratila koja nisu saosna, već se seku pod uglom zakretanja α . Imaju široku primenu na vozilima, poljoprivrednim i drugim gabaritnim mašinama. Nedostatak ove spojnice je taj što se pri jednolikom (konstantnom, ravnomernom) obrtanju ulaznog (pogonskog) vratila (1), izlazno (gonjeno) vratilo (3) obrće nejednoliko (neravnomerno) (sl. a), što znači da su ove spojnice **asinhronne**. Gonjeno vratilo kontinualno menja brzinu obrtanja. U toku samo jednog obrtaja, gonjmo vratilo dva puta ubrzava i dva puta usporava obrtanje, što izaziva pojavu unutrašnjih dinamičkih inercijalnih sila. Neravnomernost obrtanja gonjenog vratila je veća što je ugao zakretanja α veći. Ugao zakretanja treba da se kreće do 30° . U slučaju da je ugao zakretanja veći od 30° , javljaju se velike inercijalne sile i vibracije koje mogu da dovedu do oštećenja, čak i do trenutnog loma vratila.

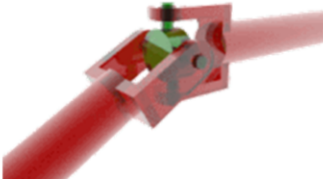
Ovaj nedostatak asinhronosti se eliminiše uvođenjem dve zglavkaste spojnice, odnosno jednog međuvratila (2), ali da su pri tome pogonsko (1) i gonjeno (3) vratilo paralelni (sl. b), ili da su im uglovi zakretanja isti: $\alpha_1 = \alpha_2$ (sl. c). U slučaju da uglovi zakretanja α_1 i α_2 nisu isti, već se pojavi razlika uglova $\Delta\alpha > 30^\circ$ (sl. d) pojaviće se isti problem.

Nastavak ...

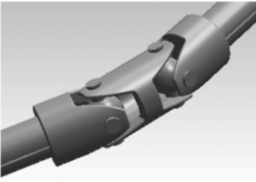
ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.4 Zglobna (zglavkasta) spojnica



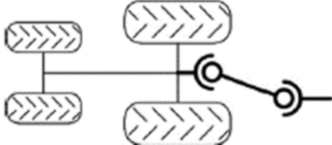
Sl.1 Kardanova spojnica pri radu:
zeleno - kardanov krst;
crveno - ulazno i izlazno vratilo i njihove viljuške;



Sl.2 Udvojena Kardanova spojnica
(dvostruki kardski zglob)



Sl.3 Kardanovo vratilo



Sl.4 Primena Kardanovog vratila

Izvor: Gligorić, R. (2015). Mašinski elementi. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. <http://poli.uns.ac.rs/sr/node/2468>

OSNOVI MAŠINSTVA

Kardanova (krstasta) spojnica je najrasprostranjenija zglavkasta spojnica (sl. 1). Sastoji se iz dve viljuške i krsta koji ih spaja. Krst se oslanja u četiri igličasta ležaja.

Da bi se povećao ugao zakretanja, konstruisana je udvojena Kardanova spojnica koja omogućava ugao zakretanja do 60° (sl. 2). Međutim, u ovakvoj spojnici ima osam ležaja, što otežava održavanje.

Dve Kardanove spojnice sa pogonskim vratilom, međuvratilom i gonjenim vratilom predstavljaju Kardanovo vratilo (sl. 3). Zglobna spojnica sa dva kardska zgloba i teleskopskim međuvratilom se koristi za kompenzaciju radijalnih, a delom i aksijalnih pomeranja u toku rada.

Kardanovo vratilo ima veliku primenu pri prenosu obrtnog momenta sa priključnog vratila traktora na obrtne elemente priključnih mašina (sl. 4).

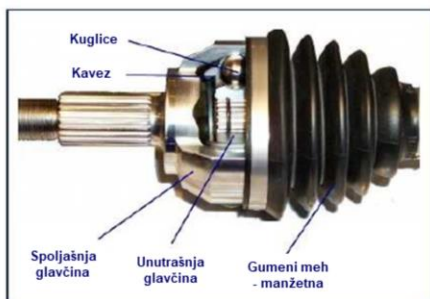
Nastavak...

58

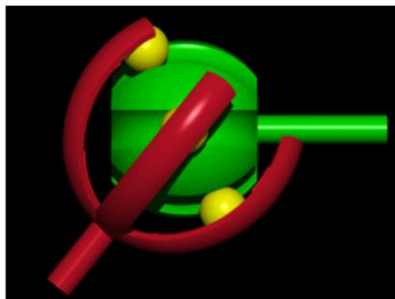
ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompensacione spojnice

1.2.4 Zglobna (zglavkasta) spojnica – sinhroni (homokinetički) zglobovi



Sinhroni homokinetički zglob s kuglicama



Animacija rada sinhronog homokinetičkog zgloba s kuglicama

Izvor: [Spojka - Wikipedia](#)

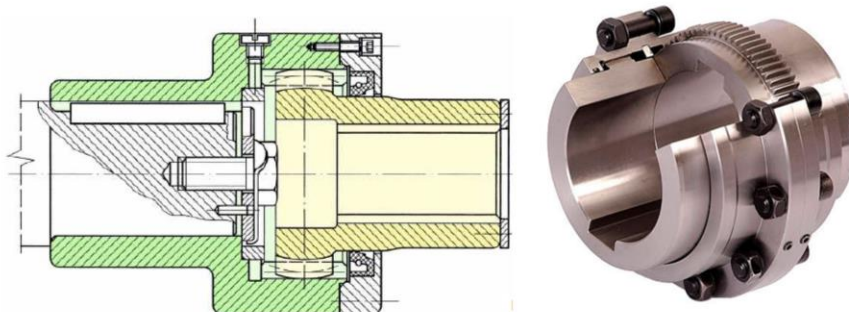
OSNOVI MAŠINSTVA

Sinhroni zglobovi prenose jednoliko obrtno kretanje, što znači da je ugaona brzina ulaznog vratila jednaka ugaonoj brzini izlaznog vratila.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompensazione spojnice

1.2.5 Zupčasta spojnica



OSNOVI MAŠINSTVA

Zupčasta spojnica se upotrebljava za kompenzaciju ugaonih pomeranja (najviše do 2°) i aksijalnih pomeranja (do 10 mm).

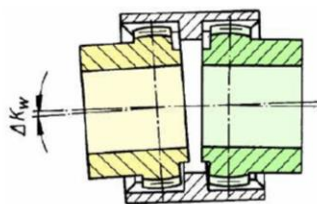
Zupčasta spojnica se sastoji od cilindričnog zupčastog para s unutrašnjim ozubljenjem čiji su zupčanici preko glavčina kruto vezani sa svojim vratilima. Zupčanik sa spoljašnjim ozubljenjem ima lučne zupce.

Nastavak...

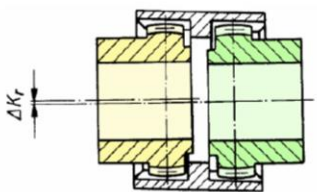
ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.5 Zupčasta spojnica - dvostruka



Kompenzacija ugaonih pomeranja



Kompenzacija radijalnih pomeranja



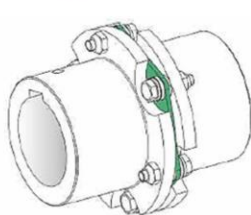
OSNOVI MAŠINSTVA

Dvostruka zupčasta spojnica, osim ugaonih i aksijalnih pomeranja, omogućuje i znatna radijalna pomeranja vratila.

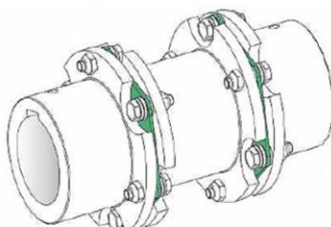
ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

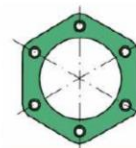
1.2.6 Spojnica sa elastičnim čeličnim prstenovima



Jednostruka, tip ROBA-DS



Dvostruka, tip ROBA-DS



Oblik čeličnog prstena

Dvostruka spojnica sa elastičnim prstenovima, tip ARPEX, proizvođača Flender



OSNOVI MAŠINSTVA

Elastični deo koji je izložen deformaciji, kod ove spojnice je u obliku prstena izrađenog od čelika koji je naizmenično povezan s pogonskom, odnosno gonjenom stranom spojnice.

Jednostavna jednostruka spojnica s čeličnim prstenovima se koristi za kompenzaciju aksijalnih i ugaonih pomeranja, a dvostruka se, uz navedeno, koristi i za kompenzaciju radijalnih pomeranja.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

1.2 Kompenzacione spojnice

1.2.7 Lančana spojnica



OSNOVI MAŠINSTVA

Lančana spojnica se koristi za kompenzaciju:

- radialnih pomeranja (do 2 % koraka lanca) i
- ugaonih pomeranja (do 1°).

Sastoji se od pogonskog i gonjenog lančanika koji su međusobno povezani lancem oko kojeg se radi zaštite postavlja oklop.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

2 Elastične spojnice

Zadaci elastičnih spojnica:

1. Da ublažavaju udare i prigušuju vibracije;
2. Da omoguće menjanje sopstvene frekvencije sistema (promena kritične brzine obrtanja);
3. Da omoguće aksijalno, radijalno i ugaono pomeranje izazvano netačnostima montaže i toplotnom dilatacijom.

Nedostatak elastičnih spojnica:

Prisutan je uticaj sila kojima spojnica deluje na vratila nastojeći da kompenzuje njihova pomeranja, usled čega mogu nastati radijalna, a ponekad i aksijalna opterećenja vratila i ležajeva.

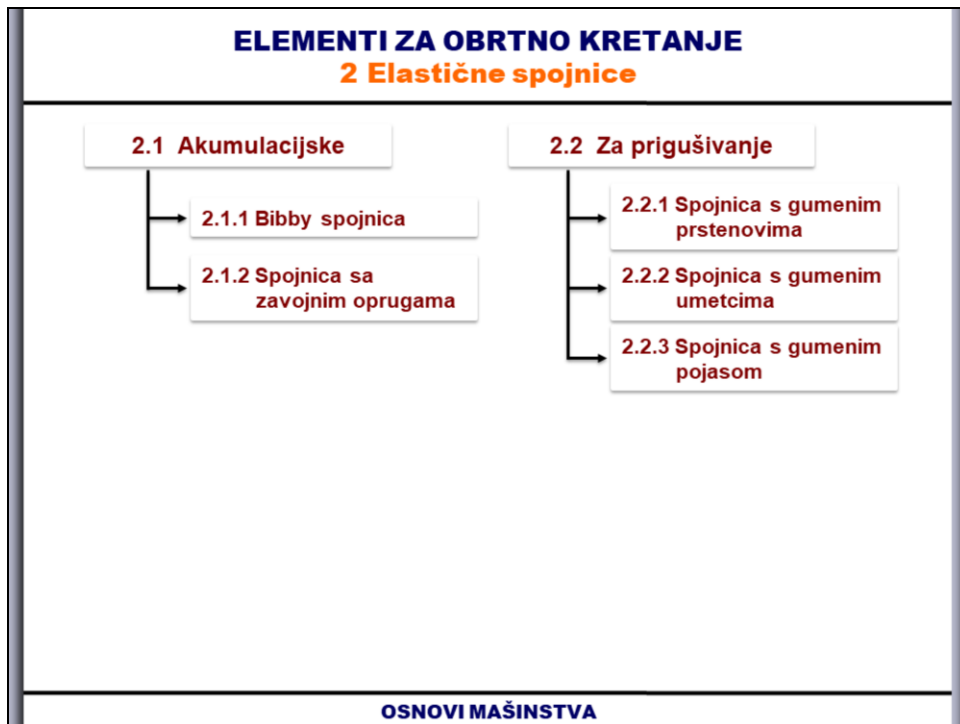
OSNOVI MAŠINSTVA

Elastične spojnice se koriste pre svega za ona vratila koja se međusobno radijalno pomeraju. To su vratila čije se ose ne poklapaju (nisu koaksijalne). Pored toga, elastične spojnice prigušuju velike promene (kolebanja) obrtnog (torzionog) momenta i udare u radu. Ovakvu osobinu imaju zbog elastičnih posrednika u spojnici kao što su: guma, koža, čaure, trake, lamele, opruge itd. Sastoje se od dva oboda koja su elastično spojena. Ima više različitih konstrukcionih rešenja: sa obodima, perifleks i dr.

Zadaci elastičnih spojnica su:

1. Da ublažavaju udare i da tako prigušuju vibracije,
2. Da omoguće menjanje sopstvene frekvencije sistema (promena kritične brzine obrtanja)
3. Da omoguće aksijalno, radijalno i ugaono pomeranje izazvano netačnostima montaže i toplotnom dilatacijom.

Nedostatak elastičnih spojnica je uticaj sila kojima spojnica deluje na vratila nastojeći da kompenzuje njihova pomeranja, usled čega mogu nastati radijalna, a ponekad i aksijalna opterećenja vratila i ležajeva.



Podela elastičnih spojnica:

2.1 Akumulacijske elastične spojnice:

2.1.1 Bibby spojnica,

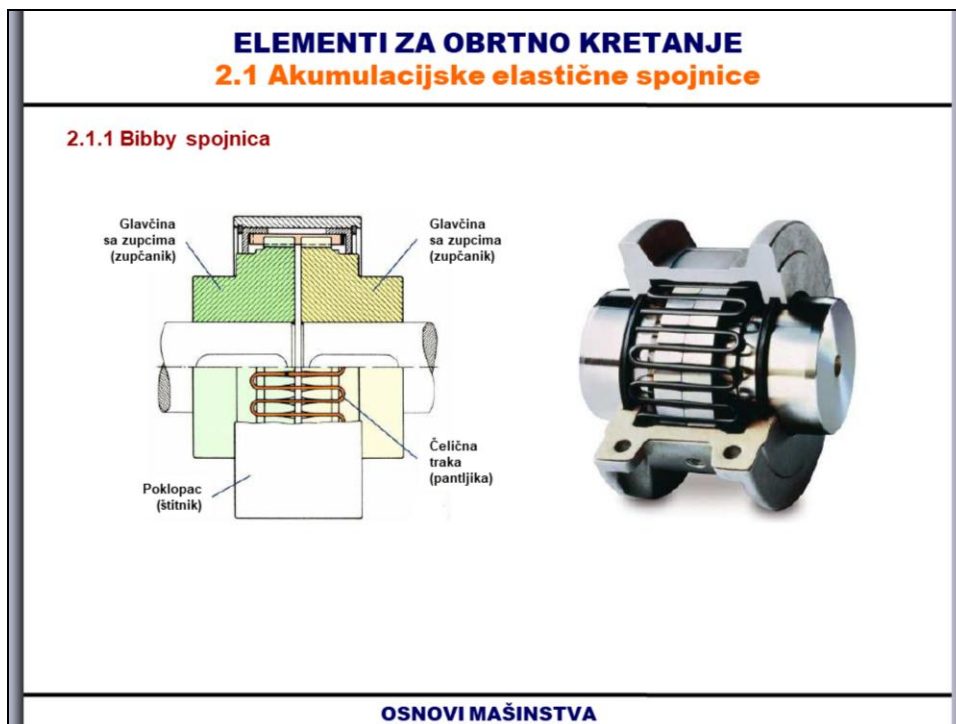
2.1.2 Spojnica sa zavojnim oprugama.

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje:

2.2.1 Spojnica s gumenim prstenovima,

2.2.2 Spojnice s nemetalnim (gumenim) umetcima,

2.2.3 Spojnica s gumenim pojasom.



Osnovni zadaci akumulacijskih elastičnih spojnica su:

1. Da ublaže udarce koji su posledica udarnih opterećenja pri pokretanju i zaustavljanju mašine, i
2. Da povećaju vremenski interval elastičnog rasterećenja.

Vezni elementi, izrađeni od čelika za opruge, elastičnom deformacijom akumuliraju energiju udarnog opterećenja i nakon prestanka delovanja je u celosti vraćaju u obliku mehaničkog rada. Znači da je rad utrošen pri opterećenju jednak mehaničkom radu ostvarenom pri rasterećenju. Budući da je vremenski interval elastičnog rasterećenja veznih elemenata pritom duži nego kod krute spojnice, najveći moment koji opterećuje vratilo je srazmerno manji.

Bibby spojnica

Bibby spojnica je sastavljena od dva zupčanika sa spoljašnjim ozubljenjem međusobno povezana talasastom čeličnom opružnom trakom (pantljikom). Spojnica je okružena poklopcem kako čelična traka, usled centrifugalne sile, ne bi ispala iz žljebova. Zubi oba zupčanika su suženi u smeru prema sredini kako pri deformaciji trake ne bi došlo do njenog oštećenja. U slučaju da čelična traka (pantljika) pukne, zaštitu obezbeđuje poklopac (štitnik).

Spojnica je namijenjena je za prenošenje velikih opterećenja u teškim uslovima rada kao što su mlinovi za rudu, teški bageri i sl.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

2.1 Akumulacijske elastične spojnice

2.1.1 Bibby spojnica – princip rada



Kompenzacija radijalnih, aksijalnih i ugaonih pomeranja kod Bibby spojnice:



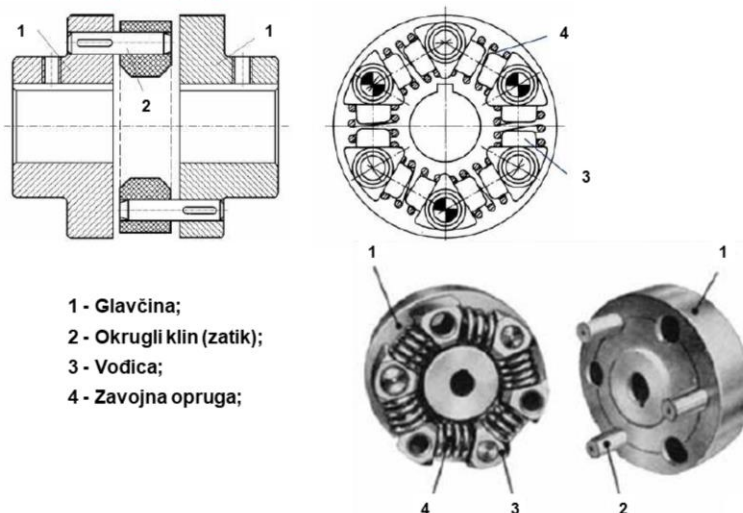
OSNOVI MAŠINSTVA

Pri opterećenju, opružna traka naleže na zupce i deformiše se, a slobodna dužina trake je sve kraća. Ova opružna traka je vrlo elastična, prima jake udare i kompenzuje aksijalna pomeranja od 4 do 20 mm i zakretanje osa vratila do 1,2°. Koristi se za sve obrtne momente do $M_o \leq 850.000 \text{ kNcm}$ i za sve brojeve obrtaja, pa i preko $20\,000 \text{ min}^{-1}$. Primenjuje se za sve prečnike vratila. Broj zubaca je 50-100.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

2.1 Akumulacijske elastične spojnice

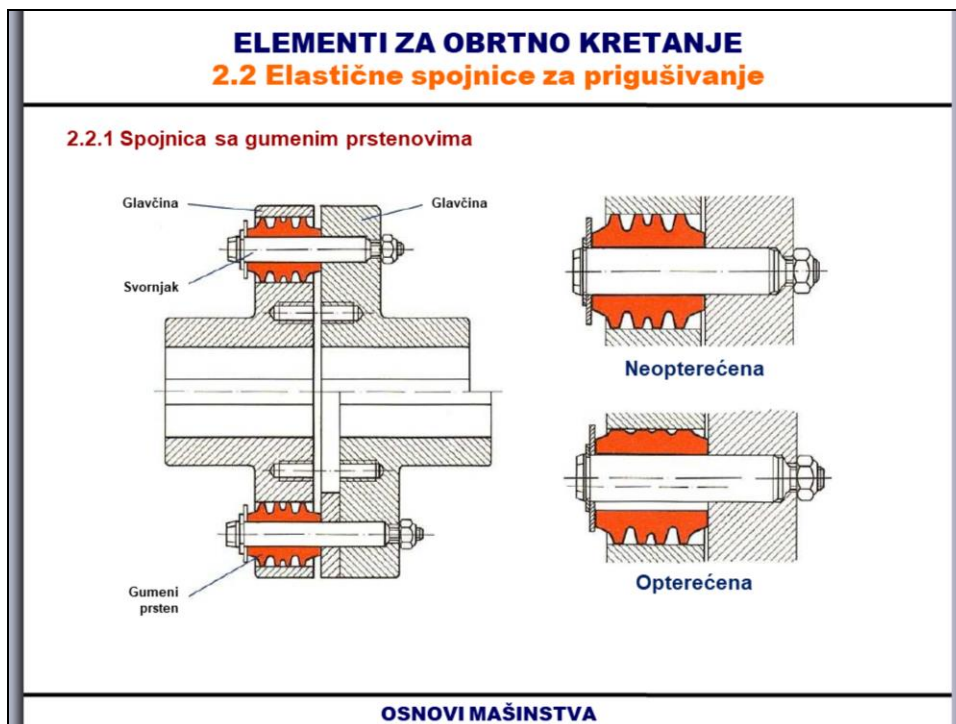
2.1.2 Spojnica sa zavojnim oprugama



OSNOVI MAŠINSTVA

Kod **spojnica sa zavojnim oprugama** se opruge deformišu zavisno od opterećenja (obrtnog momenta), čime se postiže elastičnost spojnice.

Ove spojnice mogu da prenose obrtne momente do 18 kN i da kompenzuju mala radijalna pomeranja (najviše do 1 % spoljašnjeg prečnika), ugaona pomeranja vratila do 2° i zakretanje vratila do 5°.



Elastične spojnice za prigušivanje ublažavaju udare, tako da istovremeno prigušuju vibracije koje nastaju kada se sopstvena frekvencija vibriranja elastičnih elemenata ili čitavog sistema prenosa snage poklopi s frekvencijom kolebanja obrtnog (torzionog) momenta.

Vezni elementi od gume ili veštačkih masa akumuliraju energiju elastičnom deformacijom, pri čemu se deo akumulirane energije preko unutrašnjeg trenja u materijalu veznog elementa pretvara u toplotu pa se zbog toga spoj greje.

Nakon prestanka delovanja udara, vezni element vraća preostalu akumuliranu energiju u obliku mehaničkog rada koji je manji od utrošene energije zbog pretvaranja jednog njenog dela u toplotu. Zbog toga je, uprkos kratkom vremenskom intervalu pretvaranja energije, najveći moment koji opterećuje gonjeno vratilo u odgovarajućoj meri manji.

Spojnica sa gumenim prstenovima je sastavljena je od dve glavčine (koluta) međusobno povezane svornjacima. Svornjaci su u jednoj glavčini kruto spojeni, a u drugoj su slobodno umetnuti, a mogu biti obloženi i čahurom. Gumeni prstenovi se pri preopterećenju odgovarajuće deformišu i time ublažavaju udarna opterećenja, tako da prigušuju vibracije.

Spojnica sa gumenim prstenovima može prenositi obrtne momente do 540 kNm, kompenzovati uzdužna (aksijalna) pomeranja vratila do 3 mm, mala radijalna i ugaona pomeranja do 3°.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje

2.2.1 Spojnica sa gumenim prstenovima



Spojnica sa gumenim prstenovima
tip **PENCOflex** proizvođača Rexnord



Spojnica sa gumenim prstenovima
tip **RUPEX** proizvođača Flender

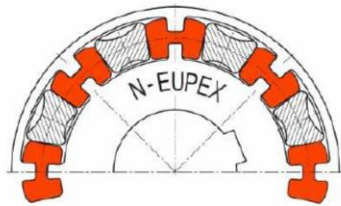
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slikama su predstavljeni različiti tipovi spojnice sa gumenim prstenovima. U prvom slučaju se radi o cilindričnim, a u drugom o bačvastim prstenovima.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje

2.2.2 Spojnica sa gumenim umetcima



Spojnice sa gumenim umetcima, tip N-EUPEX, proizvođača Flender



Gumeni element

OSNOVI MAŠINSTVA

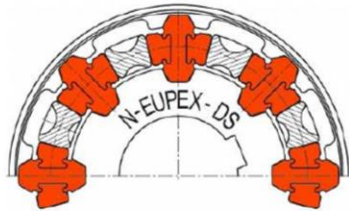
Ovaj oblik spojnice sa gumenim umetcima osigurava veću krutost i veću nosivost jer su gumeni elementi izloženi opterećenju na pritisak.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje

2.2.2 Spojnica sa gumenim umetcima



Spojnica sa gumenim umetcima, tip N-EUPEX-DS, proizvođača Flender



Gumeni element

OSNOVI MAŠINSTVA

Ovaj oblik spojnice sa gumenim umetcima osigurava veću elastičnost jer su gumeni umetci izloženi opterećenju na savijanje.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje

2.2.2 Spojnica sa nemetalnim umetcima



Kandžasta spojnica sa gumenim umetkom u obliku zvezde proizvođača Flender



Kandžasta spojnica sa poliuretanskim umetkom u obliku zvezde proizvođača KTR



Kandžasta spojnica sa razdvojenim poliuretanskim umetcima za velike obrtne momente proizvođača KTR

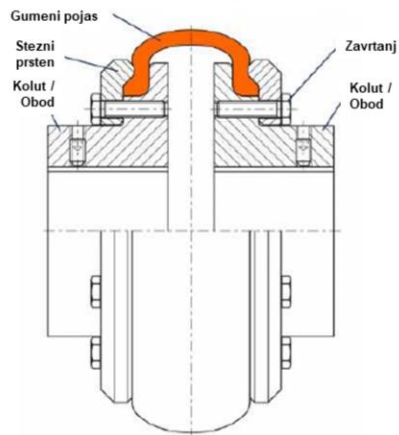
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slajdu su predstavljena tri modela kandžaste spojnice sa različitim nemetalnim umetcima – od gume i poliuretana.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

2.2 Elastične spojnice za prigušivanje

2.2.3 Spojnica sa gumenim pojasom - Periflex

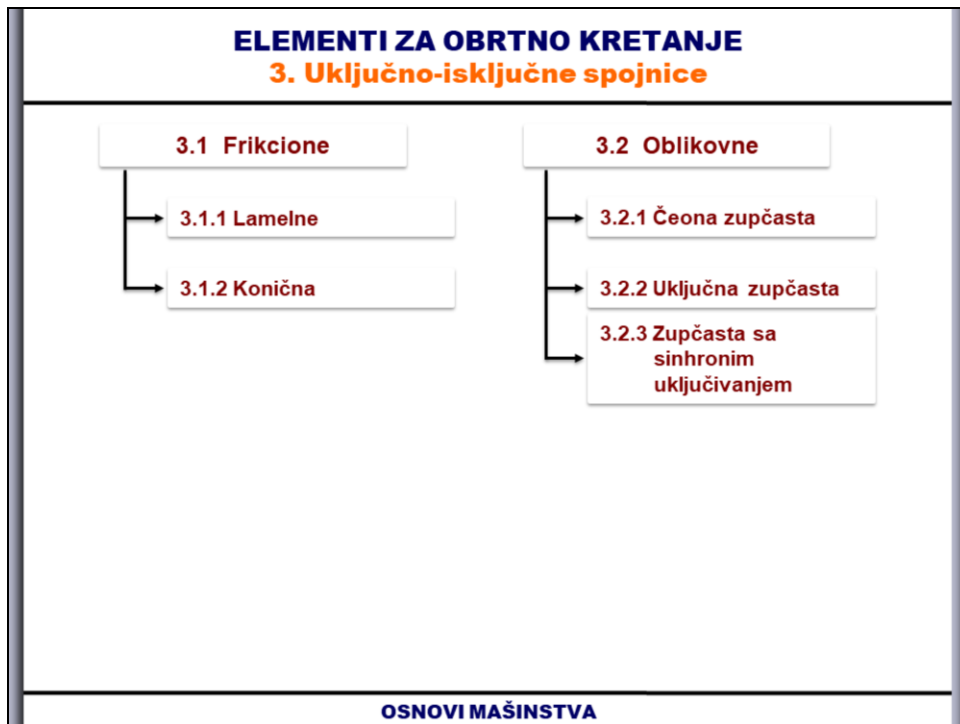


Spojnica tip ELPEX B proizvođača Flender

OSNOVI MAŠINSTVA

Spojnice sa gumenim pojasom mogu da prenose obrtne momente do 34 kNm omogućavajući elastično zakretanje vratila do 12°.

Kompenzuju aksijalna pomeranja vratila do 8 mm, radijalna do 4 mm i ugaona do 4°.



Uključno-isključne spojnice služe za povremeno uključivanje i isključivanje veze ulaznog i izlaznog vratila (odnosno pogonske i gonjene mašine ili njihovih delova). Dele se na:

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice,

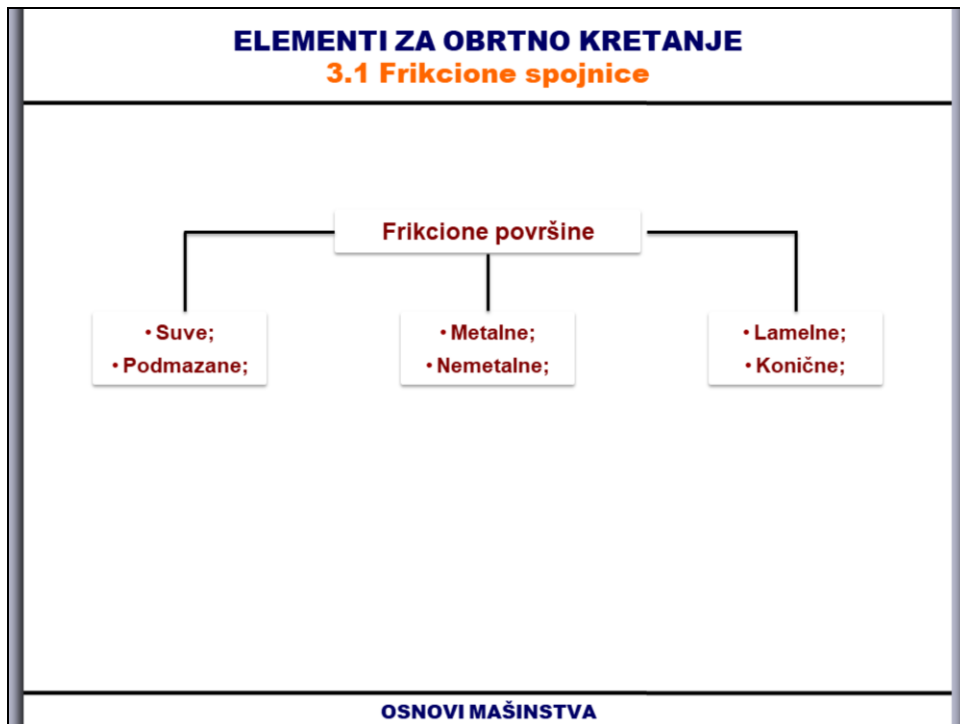
3.1.2 Konična frikciona spojnica.

3.2 Oblikovne spojnice

3.2.1 Čeona zupčasta spojnica,

3.2.2 Uključna zupčasta spojnica,

3.2.3 Zupčasta spojnica sa sinhronim uključivanjem.



Osnovne karakteristike frikcionih spojnika su sledeće:

1. prenose obrtni moment trenjem, pri čemu dolazi do klizanja između frikcionih (tarnih) površina usled čega se gubi snaga;
2. izgubljena snaga se pretvara u toplotu, a manifestuje se zagrevanjem i trošenjem tarnih površina, što su i osnovni nedostaci ovih spojnika.

Frikcione površine mogu biti

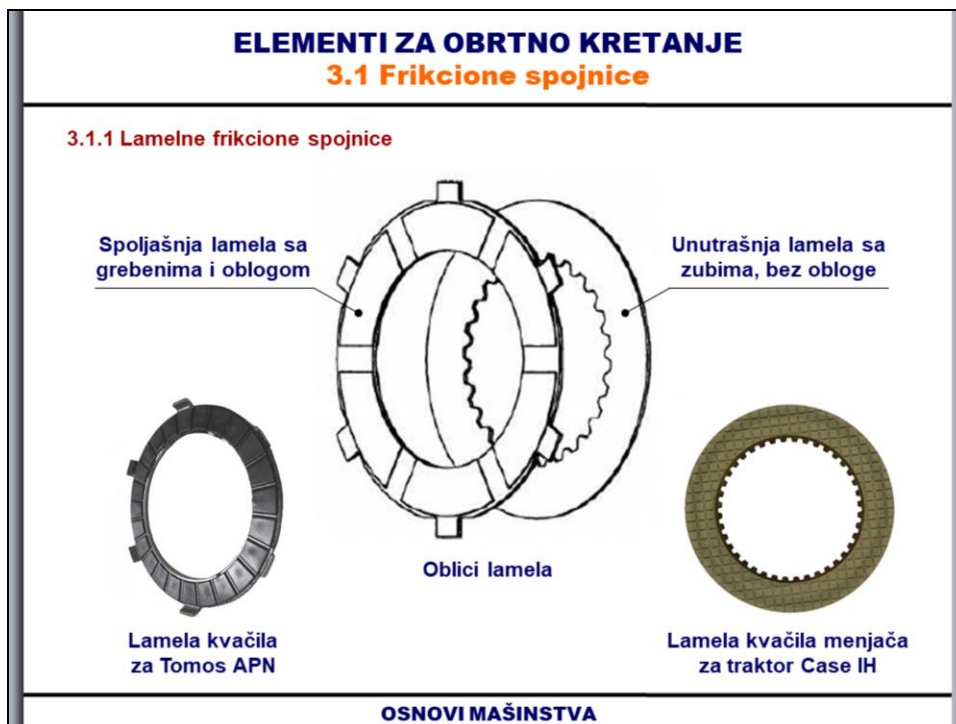
- suve ili
- podmazane,

i izrađene od

- metalnih ili
- nemetalnih materijala.

Prema obliku, frikcione površine mogu biti

- ❖ lamelne (pločaste) ili
- ❖ konične.



Lamelne frikcione spojnice prenose obrtni moment s ulaznog na izlazno vratilo preko jedne ili više lamela, pa se s obzirom na to dele na:

- **Jednolamelne**, kojima su frikционе površine obično suve, a primerene su samo za prenos *manjih* obrtnih momenata, i
- **Višelamelne**, kojima su frikционе površine obično podmazivane, a primerene su za prenos *većih* obrtnih momenata.

Lamele imaju oblik ploče koja na unutrašnjoj ili spoljašnjoj ivici može imati grebene ili zupce. Ako su zupci na unutrašnjoj ivici, reč je o unutrašnjoj lameli, a ako su na spoljašnjoj ivici, radi se o spoljašnjoj lameli.

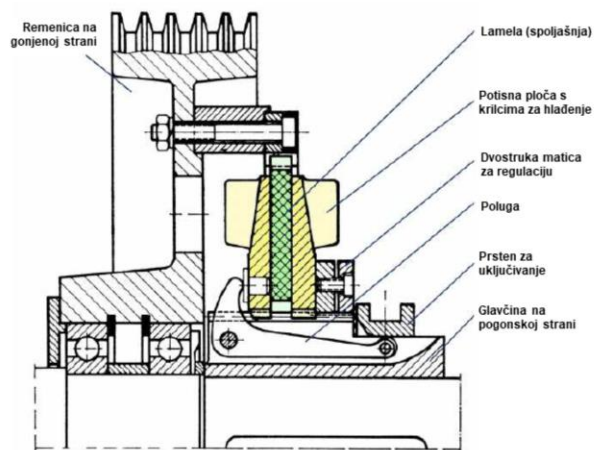
Načini ostvarenja sile pritiska na lamele frikcionih spojnica mogu biti: mehanički, pneumatički, hidraulički i elektromagnetni.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice - jednolamelne



Jednolamelna frikciona spojnica s mehaničkim uključivanjem proizvođača Ortlinghaus

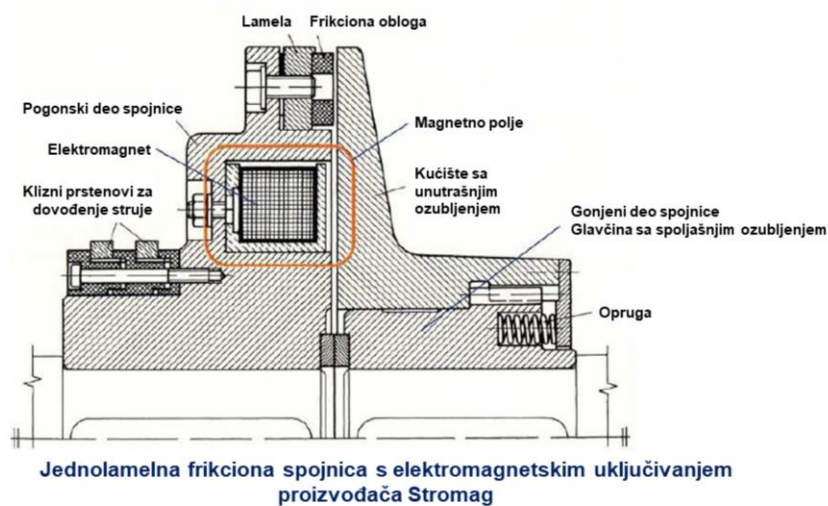
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slici je prikazana jednolamelna frikciona spojnica s **mehaničkim uključivanjem**.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice - jednolamelne



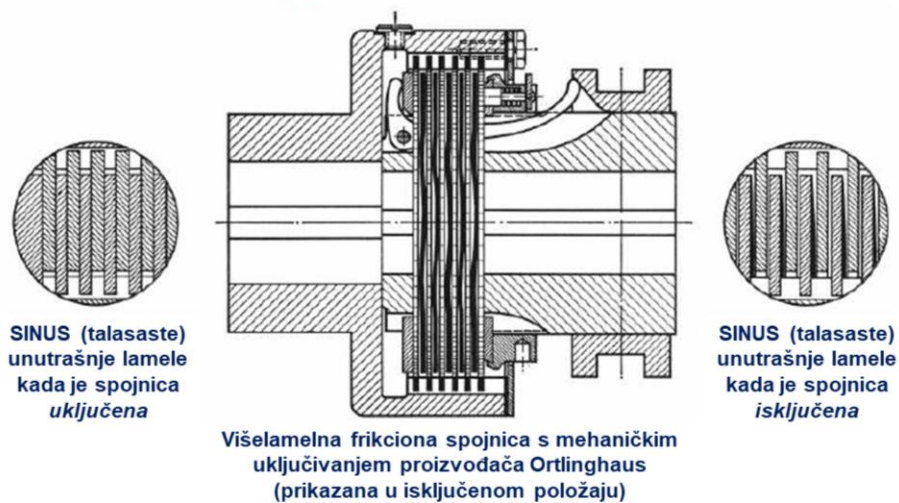
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slici je dat primer jednolamelne frikcione spojnice s **elektromagnetskim uključivanjem**.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice - višelamelne



OSNOVI MAŠINSTVA

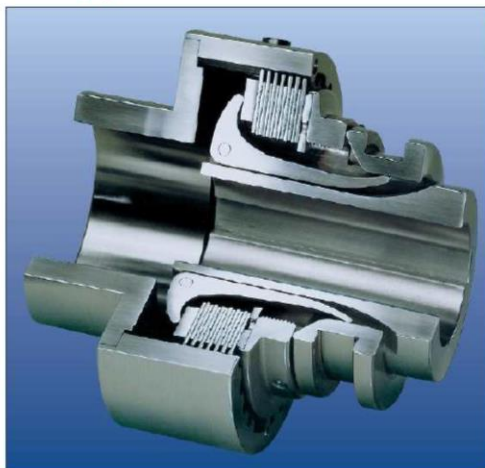
Na slici je prikazan primer konstrukcije višelamelne frikcione spojnice s **mehaničkim uključivanjem**.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice - višamelne



Višamelna frikciona spojnica s mehaničkim uključivanjem proizvođača Ortlinghaus

OSNOVI MAŠINSTVA

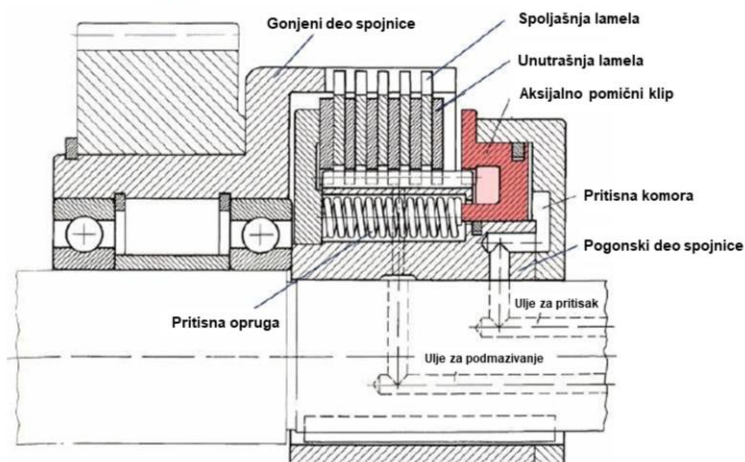
Na slici je prikazano 3D rešenje konstrukcije višamelne frikcione spojnice s **mehaničkim uključivanjem**.

Zbog gubitka aksijalne sile uključivanja usled aksijalne sile trenja na grebenima lamele (ili zupcima, u zavisnosti od izvođenja), lamelne spojnice prema praktičnim podacima nemaju više od 15 lamela (kad se uključuju pod opterećenjem), dok u posebnim slučajevima imaju 21 lamelu.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.1 Lamelne frikcione spojnice - višelamelne



Višelamelna frikciona spojnica s hidrauličkim uključivanjem proizvođača Ortlinghaus

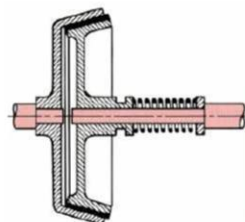
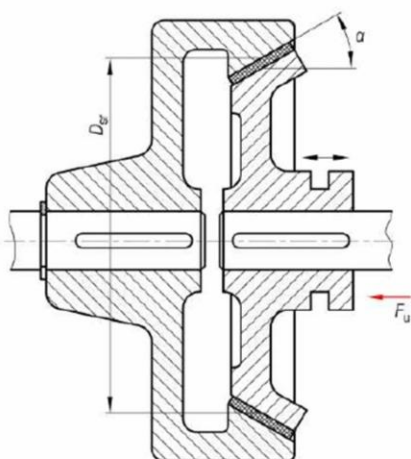
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slici je prikazan primer konstrukcije višelamelne frikcione spojnice s **hidrauličkim uključivanjem**.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

3.1 Frikcione spojnice

3.1.2 Konična frikciona spojnica



Konična frikciona spojnica
sa zavojnom oprugom

OSNOVI MAŠINSTVA

Konična frikciona spojnica se upotrebljava za prenos velikih obrtnih momenata.

U odnosu na frikcionu spojnicu s čeonim naležućim površinama, sličnih dimenzija, omogućava smanjenje sile uključivanja. Odnosno, ako je sila uključivanja ista, konična frikciona spojnica omogućava prenos većeg obrtnog momenta.

ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

3.2 Oblikovne spojnice

Oblikovne uključno-isključne spojnice:

1. Prenose obrtni moment oblikom;
2. Uključuju se samo kada oba dela spojnice miruju ili rotiraju jednakom brzinom;
3. Omogućuju brzo uspostavljanje i prekidanje veze između pogonske i gonjene mašine.

Uključivanje i isključivanje se može izvršiti:

- **Neposredno** (preko odgovarajućih mehaničkih elemenata kao što su poluge ili klizni prstenovi), ili
- **Posredno** (preko hidrauličkih, pneumatskih, ili elektromagnetskih naprava koje osiguravaju silu potrebnu za aksijalno pomeranje delova spojnice).

OSNOVI MAŠINSTVA

Oblikovne uključno-isključne spojnice prenose obrtni moment oblikom.

Osnovne osobine ovih spojnica su sledeće:

- Uključuju se samo kada oba dela spojnice miruju ili rotiraju jednakom brzinom.
- Omogućuju brzo uspostavljanje i prekidanje veze između pogonske i gonjene mašine.

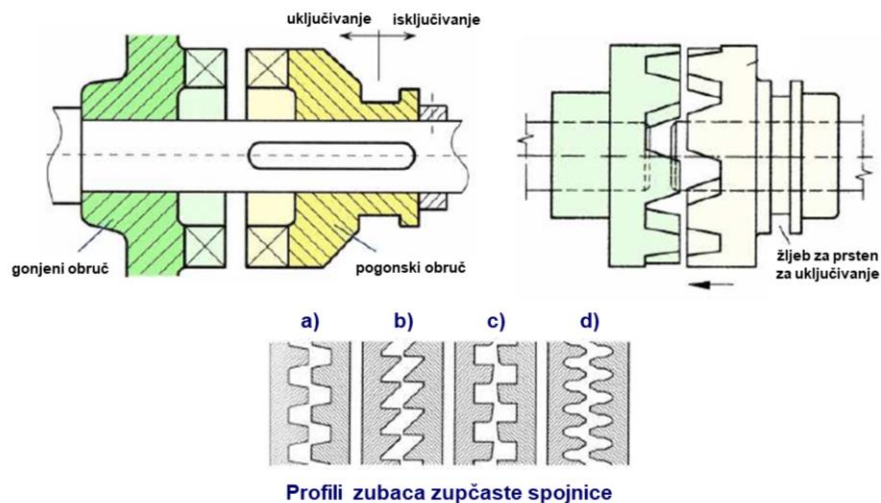
Uključivanje i isključivanje se može izvršiti:

- Neposredno (preko odgovarajućih mehaničkih elemenata kao što su poluge ili klizni prstenovi), ili
- Posredno (preko hidrauličkih, pneumatskih, ili elektromagnetskih naprava koje osiguravaju silu potrebnu za aksijalno pomeranje delova spojnice).

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

3.2 Oblikovne spojnice

3.2.1 Čeona zupčasta spojnica



OSNOVI MAŠINSTVA

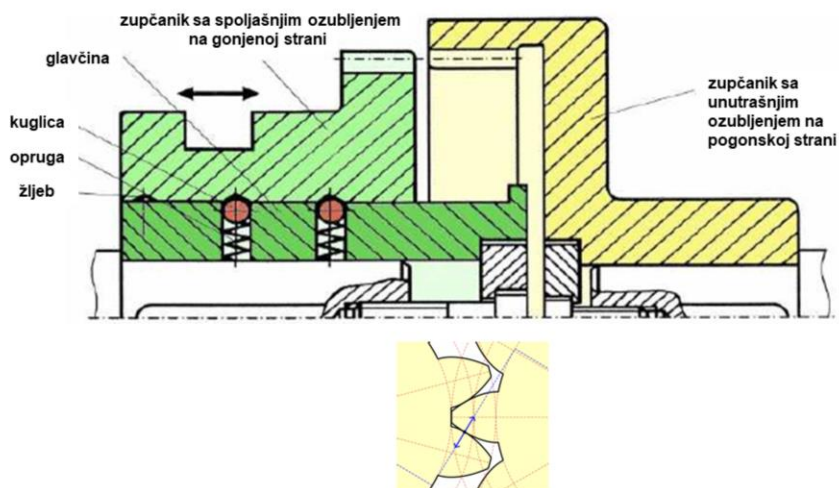
Čeona zupčasta spojnica deluje na sličan način kao i kandžasta spojnica, samo što je obruč na pogonskoj strani aksijalno pomičan.

U zavisnosti od namene, zupci mogu biti različitih profila: a) trapezni, b) testerasti, c) pravougli i d) korigovano trouglasti (donja slika).

ELEMENTI ZA OBRTRNO KRETANJE

3.2 Oblikovne spojnice

3.2.2 Uključna zupčasta spojnica



OSNOVI MAŠINSTVA

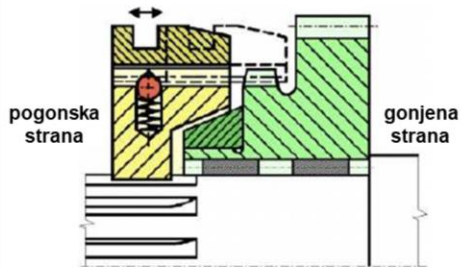
Uključna zupčasta spojnica prenosi obrtni moment preko cilindričnih zupčanika sa evolventnim ozubljenjem koji imaju jednak prenosni odnos i jednak broj zubaca.

Ovakva spojnica se uključuje u mirovanju.

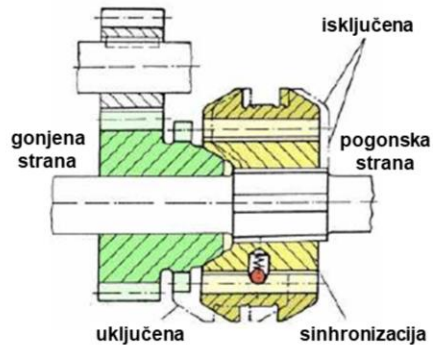
ELEMENTI ZA OBRATNO KRETANJE

3.2 Oblikovne spojnice

3.2.3 Zupčasta spojnica sa sinhronim uključivanjem



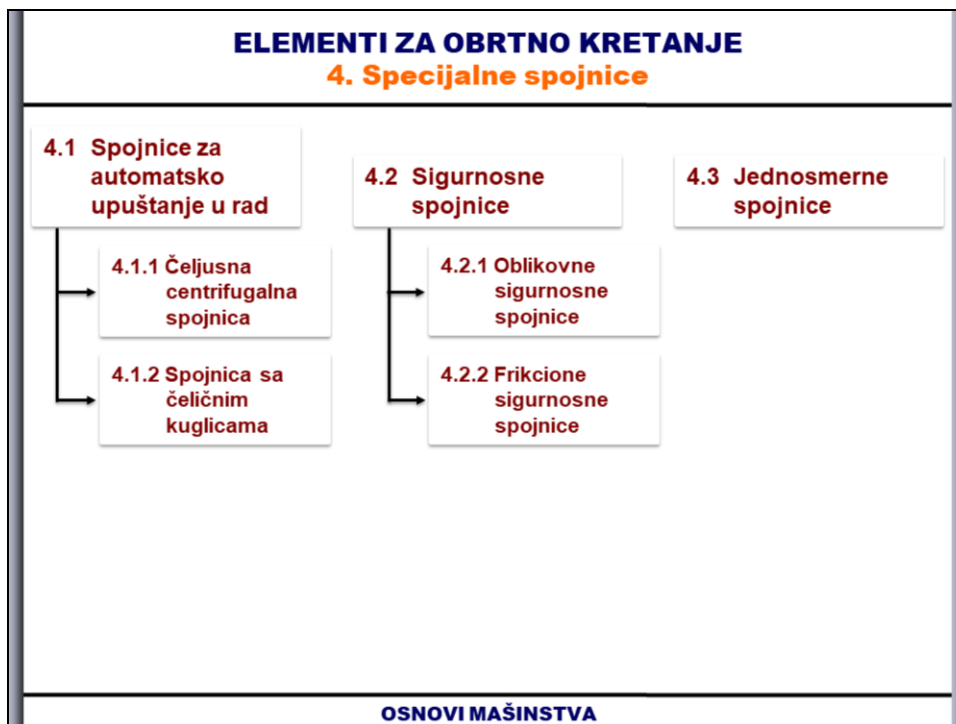
Primer konstrukcije zupčaste spojnice sa sinhronim uključivanjem



Primer konstrukcije zupčaste spojnice sa sinhronim uključivanjem

OSNOVI MAŠINSTVA

Osnovni nedostatak uključne zupčaste spojnice - nemogućnost uključivanja u radu, prevazilazi se dodavanjem sinhronizacijskog uređaja (obično konična frikciona spojnica) koji pre uključivanja osigurava jednake brzine obrtanja na pogonskoj i gonjenoj strani spojnice.



Specijalne spojnice, pored osnovne namene, a to je stalno ili povremeno spajanje ulaznog i izlaznog vratila u svrhu prenosa obrtnog momenta, imaju i dodatnu namenu po kojoj se vrši njihova podela na:

4.1 Spojnice za automatsko upuštanje u rad

4.1.1 Čeljusna centrifugalna spojnica,

4.1.2 Spojnica sa čeličnim kuglicama;

4.2 Sigurnosne spojnice

4.2.1 Oblikovne sigurnosne spojnice,

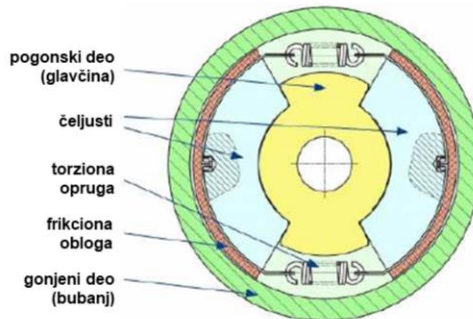
4.2.2 Frikcione sigurnosne spojnice;

4.3 Jednosmerne spojnice

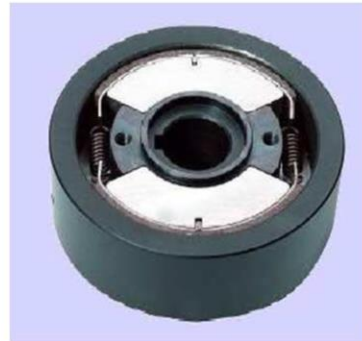
ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.1 Spojnice za automatsko upuštanje u rad

4.1.1 Čeljusna centrifugalna spojnica



Osnovni delovi čeljusne centrifugalne spojnice - tip F, proizvođač SUCO



Čeljusna centrifugalna spojnica - tip F, proizvođač SUCO

OSNOVI MAŠINSTVA

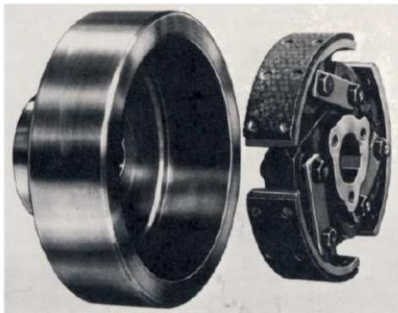
Čeljusti centrifugalne spojnice se pritiskaju oprugama uz pogonski deo (glavčinu). Kada brzina obrtanja dostigne određenu vrednost, centrifugalna sila čeljusti savladava silu u oprugama, pa čeljusti svojim frikcionim oblogama pritiskaju gonjeni bubanj gonjenog dela spojnice. Na taj način se ostvaruje veza silom i prenosi obrtni moment. Spojnica se u potpunosti uključuje obično pri $n_m > 650 \text{ min}^{-1}$.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.1 Spojnice za automatsko upuštanje u rad

4.1.1 Čeljusna centrifugalna spojnica



Čeljusna centrifugalna spojnica
proizvođača Hilliard Corporation



Različite konstrukcije čeljusti

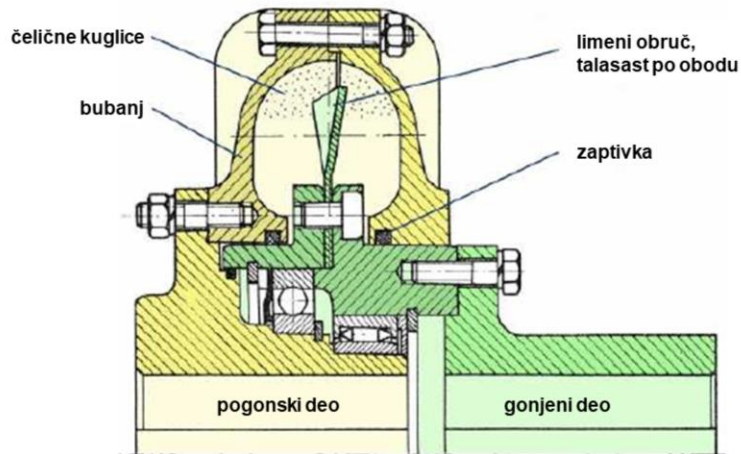
OSNOVI MAŠINSTVA

Na slici levo je prikazana čeljusna centrifugalna spojnica proizvođača Hilliard Corporation. Sa desne strane su prikazane različite konstrukcije čeljusti.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

4.1 Spojnice za automatsko upuštanje u rad

4.1.2 Spojnica sa čeličnim kuglicama



OSNOVI MAŠINSTVA

Čelične kuglice u mirovanja leže u donjem delu bubnja. Pri pokretanju, a usled centrifugalne sile, dolazi do potiskivanja kuglica prema spoljašnjoj strani bubnja i njihovog dodira s limenim prstenom, što dovodi do prenosa obrtnog momenta.

Moment spojnice se može regulisati količinom i granulacijom čeličnih kuglica.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.2 Sigurnosne spojnice

Osnovne karakteristike sigurnosnih specijalnih spojnica:

- osiguravaju mašinske delove od trenutnih opterećenja;
- prekidaju spoj između pogonskog i gonjenog dela spojnice u trenutku preopterećenja.

Prema načinu prenošenja obrtnog momenta:

- ☐ oblikovne sigurnosne spojnice,
- ☐ frikzione sigurnosne spojnice.

OSNOVI MAŠINSTVA

Sigurnosne spojnice pored svoje osnovne funkcije imaju i zadatak da zaštite pogonsko vratilo od preopterećenja. Sigurnosna spojnica usled preopterećenja gonjenog vratila automatski vrši prekid veze između dva vratila. Tok energije i kretanja se prekida automatski, bez intervencije čoveka ili nekog mehanizma van spojnice. Osim toga, određeni tipovi sigurnosnih spojnica imaju ulogu da signaliziraju prekid toka kretanja sa pogonskog na gonjeno vratilo. Pri prekidu toka kretanja dolazi do proklizavanja delova spojnice, što izaziva prodoran zvuk koji obaveštava rukovodoca da je došlo do prekida kretanja. Sigurnosne spojnice treba da budu što bliže onim delovima kod kojih se očekuje preopterećenje.

Treba ih ugrađivati u sledećim slučajevima:

- kod mašina sa preopterećenjima (udarima) koji se ne mogu sa sigurnošću predvideti (mašine za krčenje terena, mašine za rad u kamenitom zemljištu, vitla...);
- kod mašina koja obrađuju nehomogen materijal (zemljište, biljnu masu...). To su poljoprivredne, građevinske, meliorativne, rudarske mašine i sl.;
- kod mašina koje ne mogu biti pod stalnom kontrolom čoveka (tehnološke linije) i
- za osetljive i precizne mehanizme kod kojih bi preopterećenje izazvalo netačan rad.

Sigurnosne spojnice treba da imaju sledeće konstrukciono-eksploatacione karakteristike:

- da brzo, tačno i na vreme aktiviraju svoje sigurnosne sposobnosti pri uvek istoj zadatoj graničnoj vrednosti obrtnog momenta;
- da je omogućeno podešavanje graničnog obrtnog momenta (momenta isključivanja) i
- da su sposobne da automatski obnove prekinutu vezu kada prestane preopterećenje.

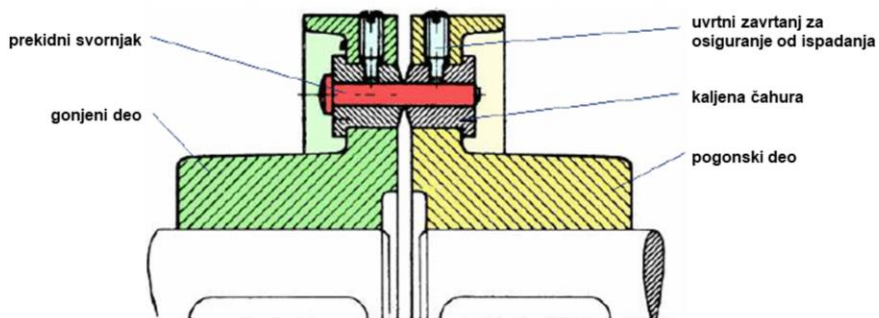
Prema načinu prenošenja obrtnog momenta, sigurnosne spojnice se dele na:

- **oblikovne sigurnosne spojnice** - obrtni moment prenose oblikom inajčešće ne omogućavaju regulaciju obrtnog momenta kod kojeg se spojnica isključuje;
- **frikzione sigurnosne spojnice** - obrtni moment prenose trenjem i omogućavaju regulaciju obrtnog momenta kod kojeg se spojnica isključuje.

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

4.2 Sigurnosne spojnice

4.2.1 Oblikovne sigurnosne spojnice



Oblikovna sigurnosna spojnica sa prekidnim svornjacima

OSNOVI MAŠINSTVA

Kod **oblikovne sigurnosne spojnice s prekidnim svornjacima** pri preopterećenju dolazi do loma svornjaka čime se prekida prenos obrtnog momenta s pogonske na gonjenu stranu spojnice.

Dimenzije i broj svornjaka zavise od obrtnog momenta pri kome mora doći do njihovog loma.

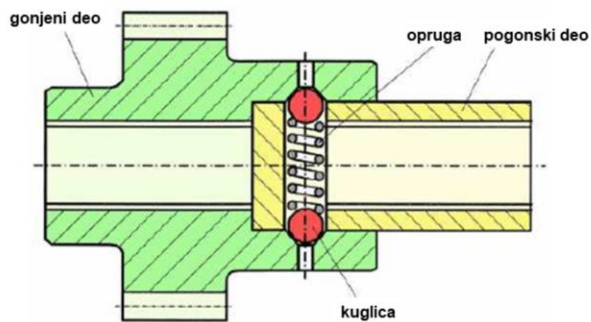
Nedostatak ove spojnice je što se pri svakom preopterećenju pogon mora zaustaviti kao bi se zamenili prekidni svornjaci.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTHO KRETANJE

4.2 Sigurnosne spojnice

4.2.1 Oblikovne sigurnosne spojnice



Oblikovna sigurnosna spojnica sa kuglicama i oprugom

OSNOVI MAŠINSTVA

Kod oblikovne sigurnosne spojnice sa kuglicama i oprugom pri preopterećenju dolazi do izmicanja kuglica iz udubljenja, pri čemu se opruga sabija. Na taj način se prekida veza između pogonskog i gonjenog dela spojnice.

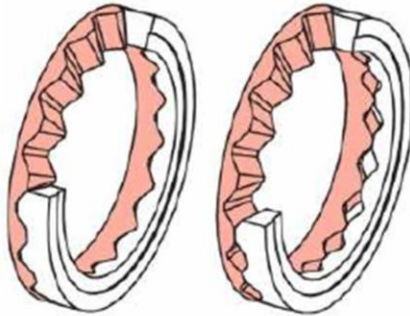
Ponovni prenos obrtnog momenta se osigurava potiskivanjem kuglica od strane opruge u udubljenje kad stvarni obrtni moment postane manji od podešenog u spojnici.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRITNO KRETANJE

4.2 Sigurnosne spojnice

4.2.1 Oblikovne sigurnosne spojnice



Princip rada oblikovne sigurnosne spojnice sa ozubljenjem



Oblikovna sigurnosna spojnica sa ozubljenjem - tip SIKUMAT, proizvođač Ringspann

OSNOVI MAŠINSTVA

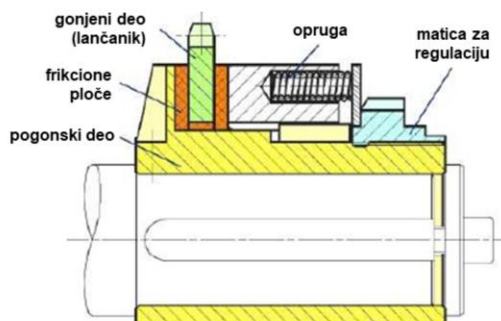
Oblikovna sigurnosna spojnica sa ozubljenjem prenosi obrtni moment pomoću čeonog ozubljenja. Regulacija obrtnog momenta se vrši pomoću matice za regulaciju koja preko zavojnih opruga potiskuje čeonu ozubljenu ploču na pogonskoj strani spojnice prema čeonu ozubljenoj ploči na gonjenoj strani spojnice.

U slučaju preopterećenja dolazi do aksijalnog pomeranja gonjene ozubljene ploče i njenog izlaska iz zahvata s pogonskom pločom. Smanjenjem obrtnog momenta ploče ponovno ulaze u zahvat čime se uspostavlja veza između gonjene i pogonske strane spojnice.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.2 Sigurnosne spojnice

4.2.2 Frikcione sigurnosne spojnice



Frikciona sigurnosna spojnica
RIMOSTAT proizvođača
Ringspann – novije rešenje



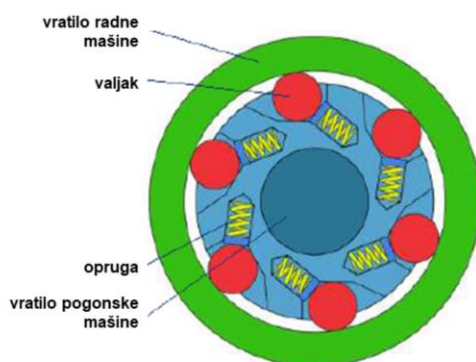
Frikciona sigurnosna spojnica
RIMOSTAT proizvođača
Ringspann – starije rešenje

OSNOVI MAŠINSTVA

Frikciona sigurnosna spojnica radi na principu proklizavanja u slučaju preopterećenja (tj. kad je obrtni moment na pogonskoj strani veći od momenta trenja na frikcionim pločama). Veličina momenta trenja se može regulisati pomoću matice za regulaciju.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.3 Jednosmerne spojnice



Jednosmerna spojnica sa
uklinjavajućim valjcima



Princip rada jednosmerne spojnice
sa uklinjavajućim valjcima

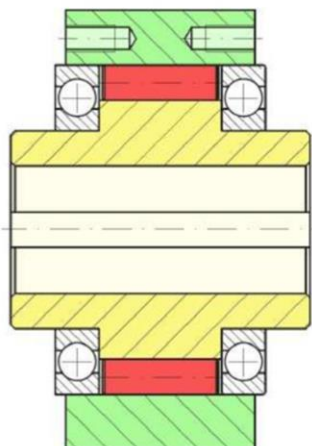
OSNOVI MAŠINSTVA

Jednosmerne spojnice su takve spojnice koje prenose obrtni moment samo u jednom smeru, dok u suprotnom smeru prekidaju vezu između ulaznog i izlaznog vratila i na taj način osiguravaju da se obrtni moment s radne mašine ne prenosi na pogonsku mašinu.

Nastavak...

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

4.3 Jednosmerne spojnice



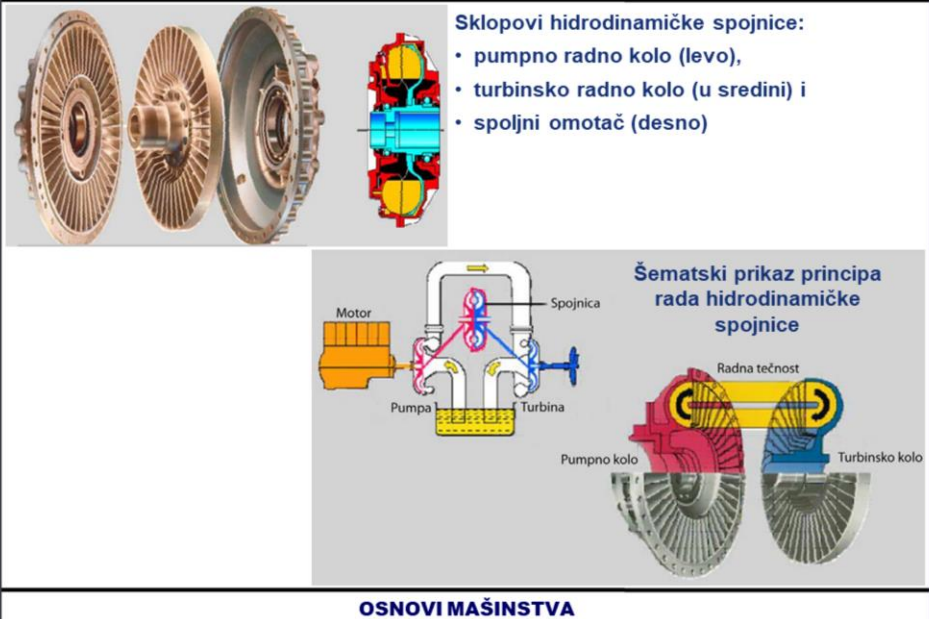
Jednosmerna spojnica sa uklinjavajućim valjcima - tip FGR,
proizvođač Ringspann

OSNOVI MAŠINSTVA

Na slici je prikazan primer konstrukcije jednosmerne spojnice sa uklinjavajućim valjcima - tip FGR, proizvođača Ringspann.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

5. Hidrodinamičke spojnice



OSNOVI MAŠINSTVA

Hidrodinamička spojnica se sastoji iz dva radna kola i to: pumpnog kola (P) - ulaz, koje je spojeno sa vratilom pogonskog motora i turbinskog kola (T) - izlaz, koje je spojeno sa vratilom radne mašine. Oba radna kola se nalaze u zajedničkom kućištu napunjenom radnim uljem.

Rotacijom pumpnog kola, radna tečnost se ubrzava i sa povećanom kinetičkom energijom dospeva u radni prostor turbinskog kola, pa se ta energija dalje prenosi na radnu mašinu. Naime, ulje kao radni fluid struji velikom brzinom pri niskim pritiscima u zatvorenom krugu cirkulacije, koga formiraju lopatice radnih kola. Pri ubrzanom kretanju radnog ulja u kanalima pumpnog kola, mehanička energija motora se pretvara u kinetičku energiju ulja. Suprotno se događa u međulopatičnim kanalima turbinskog kola. Tu se ulje usporava, odnosno, njegova kinetička energija se ponovo pretvara u mehaničku energiju turbinskog kola. Na taj način se ostvaruje prenošenje energije hidrauličkim putem sa pumpnog na turbinsko kolo.

ELEMENTI ZA OBRTNO KRETANJE

5. Hidrodinamičke spojnice

Prednosti hidrodinamičkih spojnica u odnosu na mehaničke spojnice:

1. Velika elastičnost veze pogonske i gonjene mašine.
2. Nema habanja, pa im je vek trajanja znatno veći.
3. Brzo uspostavljanje stacionarnih uslova rada.
4. Pogonska mašina je zaštićena od iznenadnih preopterećenja i udara koji se mogu javljati na radnoj mašini.
5. Prigušuju vibracije koje mogu da nastanu bilo kod pogonske ili radne mašine.
6. Visok stepen dejstva, $\eta = 0,97 \div 0,98$.



OSNOVI MAŠINSTVA

Prednosti hidrodinamičkih spojnica u odnosu na mehaničke spojnice:

1. Velika elastičnost veze pogonske i gonjene mašine.
2. Zbog odsustva neposrednog kontakta pogonskih i gonjenih delova nema habanja, pa im je i vek trajanja znatno veći.
3. Pogonska mašina je u trenutku pokretanja neopterećena, što omogućava brzo uspostavljanje stacionarnih uslova rada.
4. Pogonska mašina je zaštićena od iznenadnih preopterećenja i udara koji se mogu javljati na radnoj mašini.
5. Prigušuju vibracije koje mogu da nastanu bilo kod pogonske ili radne mašine.
6. Imaju visok stepen dejstva, $\eta = 0,97 \div 0,98$.

Kontrolna pitanja 17



1. Navesti osnovne elemente za prenos obrtnog kretanja.
2. Podela vratila prema funkciji i konstrukcionom obliku.
3. Rukavci vratila – vrste opterećanja.
4. Podela ležišta i ležaja prema opterećanju.
5. Vrste kliznih ležaja.
6. Oblici kotrljajnih elemenata kotrljajnih ležaja.
7. Pravilno korišćenje i održavanje kotrljajnih ležaja.
8. Moguća oštećenja na kotrljajnim ležajima.
9. Zadaci i konstrukcijski zahtevi za spojnice.
10. Podela spojnice.

OSNOVI MAŠINSTVA