



Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

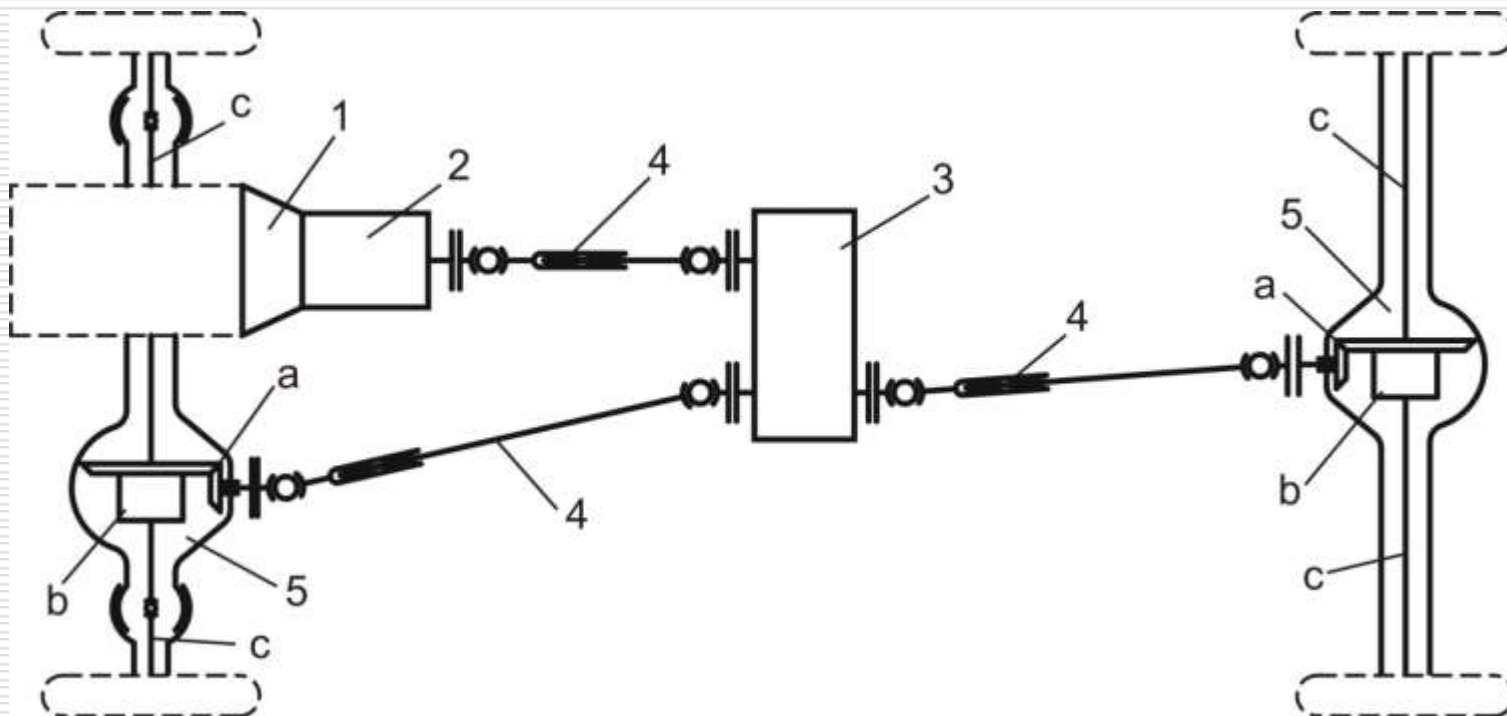
СПОЈНИЦА

1. Намена главне спојнице
2. Врсте главних спојница
3. Механичке спојнице
4. Хидродинамичке спојнице
5. Електромагнетне спојнице



Функционалне целине

1. **главна спојница (1),**
2. мењачки преносник (2),
3. разводник погона (3),
4. зглобни преносници (4) и
5. погонски мост (5).





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

НАМЕНА

- пренос снаге са мотора на мењачки преносник
- лагано повећање обртног момента
- краткотрајан прекид преноса обртног момента
- заштита елемената мотора и трансмисије од преоптерећења

ИЗВЕДБЕ

- механичка,
 - хидродинамичка и
 - електромагнетна.
- ☐ Код већине возила у примени је сува фрикциона једноламеласта спојница



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Спојница се увек налази између мотора и мењача.





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Главна спојница с обзиром на начин преноса снаге, може да буде:

- ☐ механичка,
- ☐ хидродинамичка и
- ☐ електромагнетна.

- ☐ У примени су најчешће механичке фрикционе спојнице које обезбеђују пренос обртног момента путем трења фрикционих површина.

- ☐ Код специјалних возила у примени су и хидродинамичке спојнице, док је примена електромагнетских спојница ретка.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- У односу на облик површине трења фрикционе спојнице се деле на:
 - конусне,
 - добошасте и
 - дискосне.

- У односу на начин остварења нормалне силе између површине трења:
 - опружне,
 - полуцентрифугалне,
 - центрифугалне и
 - са електромагнетном потисном плочом.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- С обзиром на положај при одсуству командног сигнала:
 - стално укљученог типа,
 - стално искљученог типа.
- Механичким зупчастим преносници најчешће дискосне опружне фрикционе спојнице (1 или више дискова);
- **Конусне фрикционе** спојнице данас се скоро *не примењују*;
- Полуцентрифугалне фрикционе спојнице (сила притиска уз помоћ опруга и центриф. сила) → мало се примењују (путничка возила);
- Центрифугалне фрикционе спојнице → примењују се при аутоматизацији управљања спојницом.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Према броју фрикционих површина које остварују додир, спојнице се деле на:

- ☐ једноламеласте,
- ☐ дволамеласте и
- ☐ вишеламеласте.

Обзиром на начин искључивања, главне спојнице се могу поделити на следеће групе:

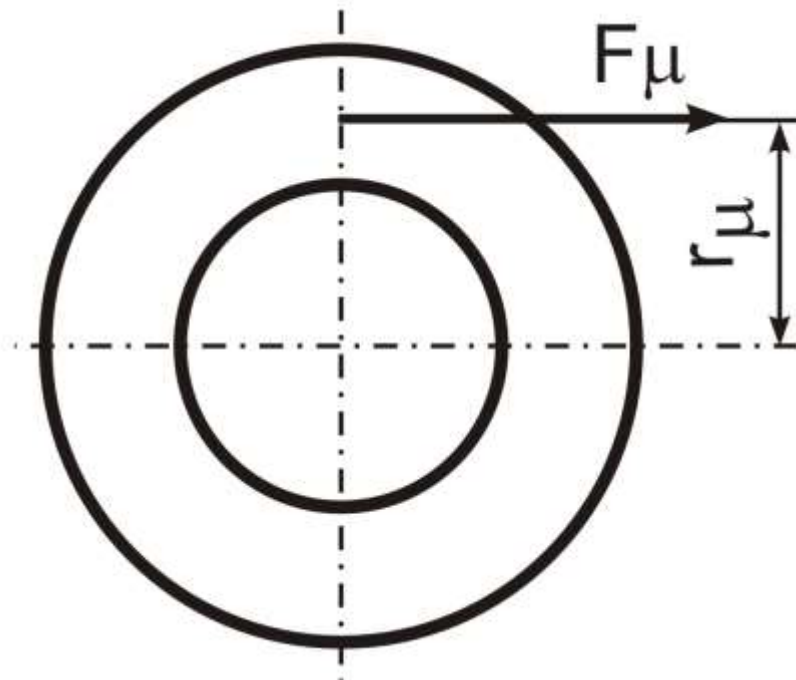
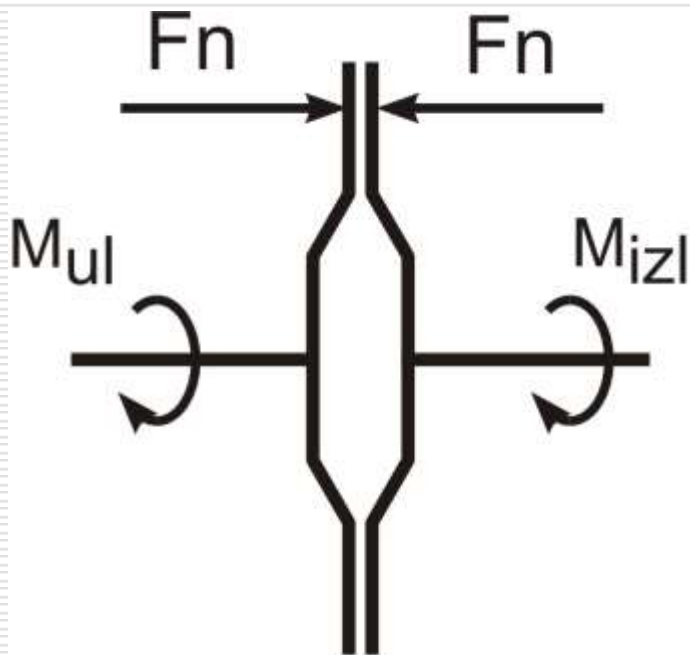
- ☐ спојнице са механичким управљачким системом непосредног дејства,
- ☐ спојнице са хидрауличким управљачким системом непосредног дејства и
- ☐ спојнице са управљачким системом са делимичним серводејством.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Механичка фрикциона главна спојница

- Код ових спојница снага се преноси посредством силе трења између фрикционих површина које су чврсто повезане са погонским и гоњеним вратилом.





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Једноламела ста спојница

Погонски елементи:

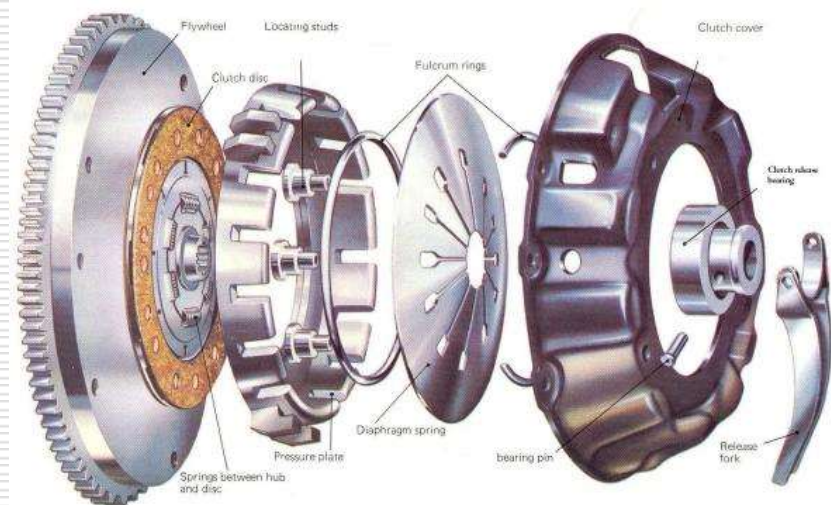
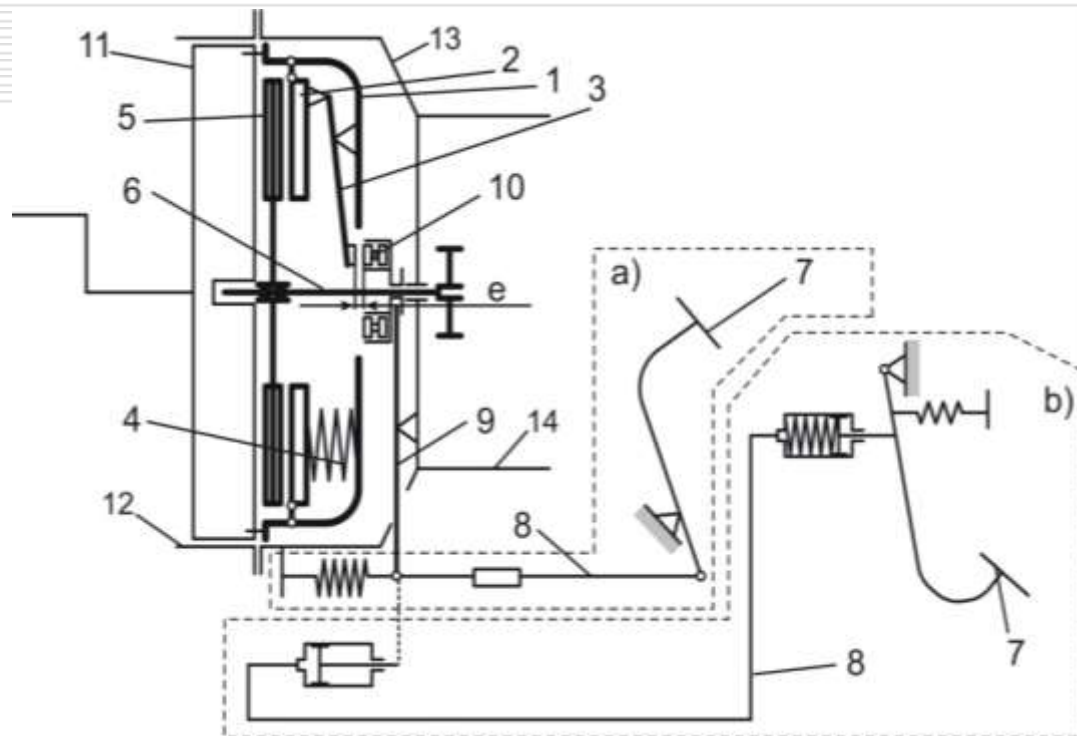
- поклопац (1),
- потисна плоча (2),
- полуге за искључивање (3)
- потисне опруге (4)

Гоњени елементи:

- фриксиони диск (5) и
- спојничко вратило (6).

Управљачки систем:

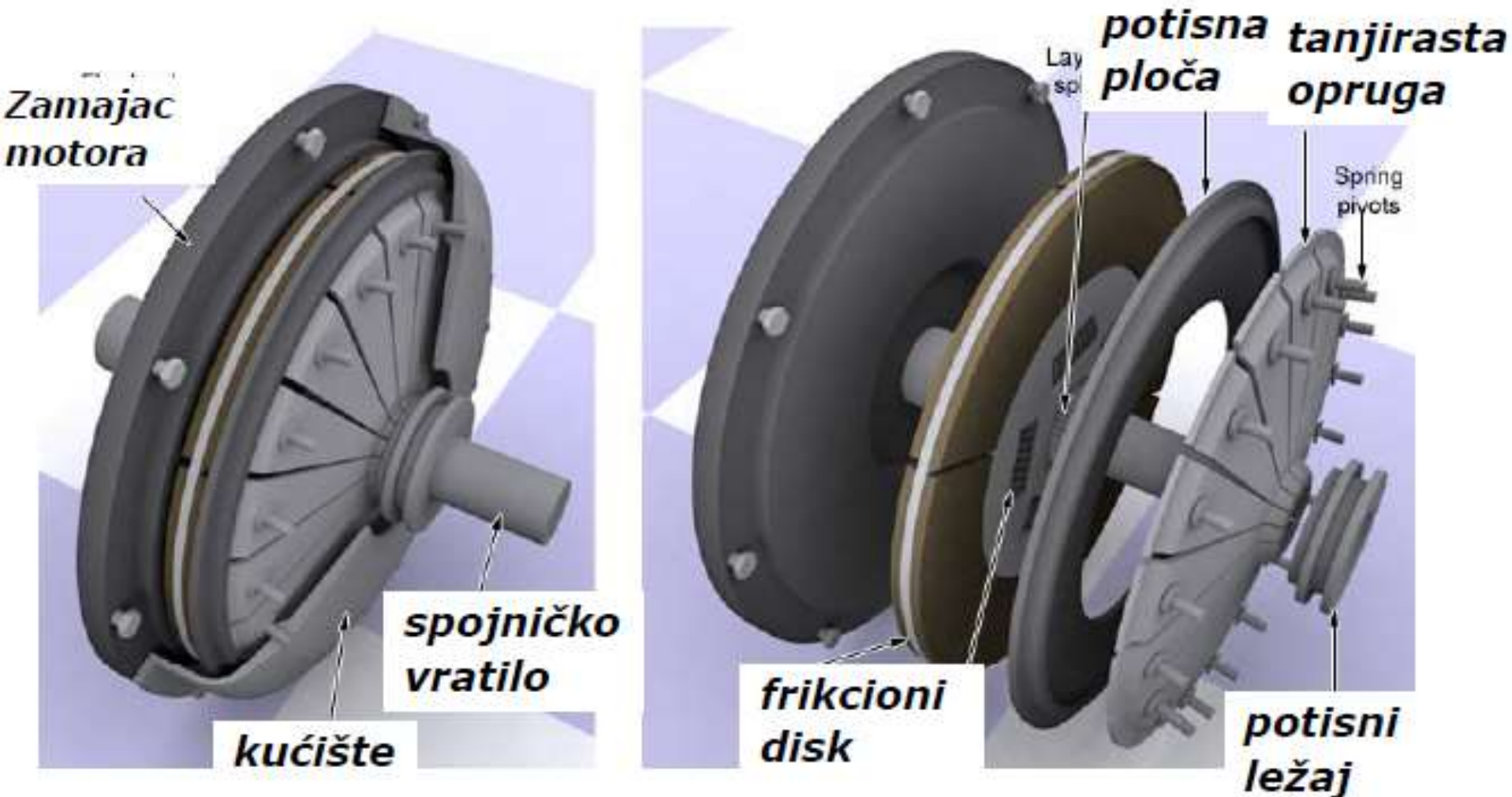
- команда (7),
- преносни механизам (8),
- двокрака полука (9) и
- потисни лекај са кућиштем (10).





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Једноламеласта спојница





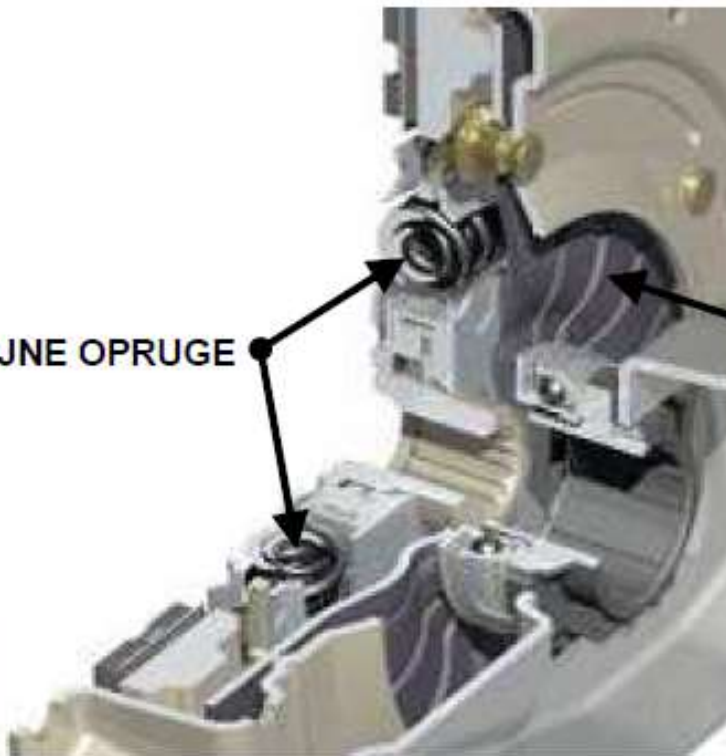
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Једноламеласта спојница

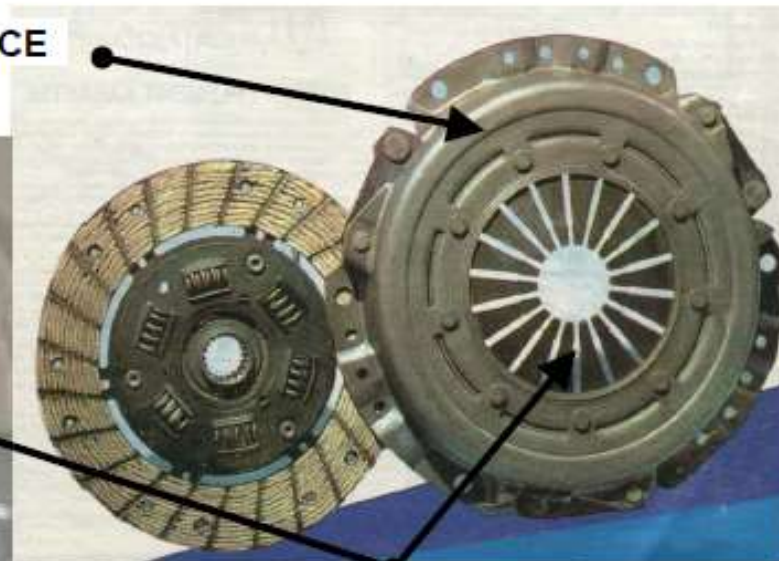
FRIKциони DISK
SPOJNICE



POKLOPAC SPOJNICE



ZAVOJNE OPRUGE



TANJIRASTA OPRUGA



POTISNA PLOČA

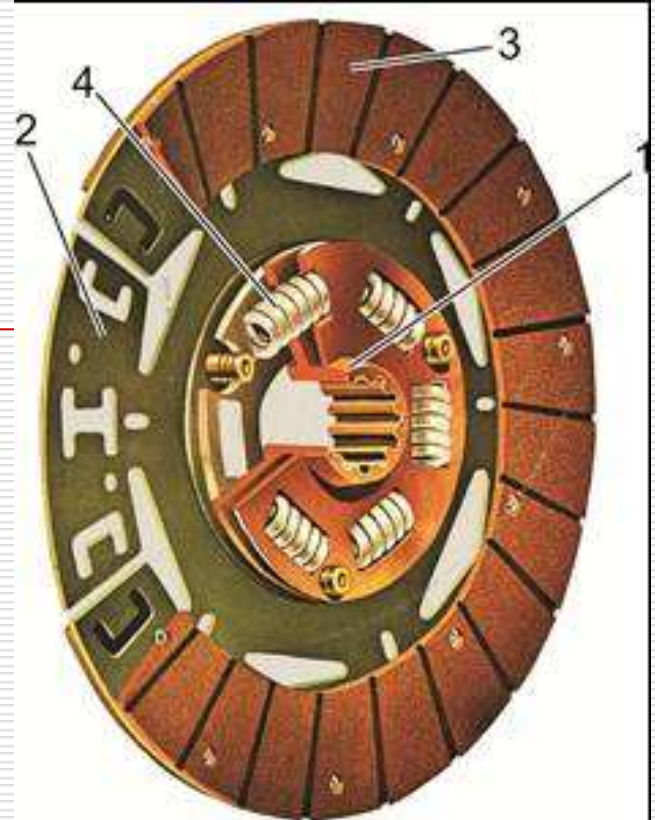
POKLOPAC SPOJNICE



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Фрикциони диск

- главчина (1)
- плоча фрикционог диска (2)
- фрикциона облога(3)
- опруге за пригушење осцилација (4).





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

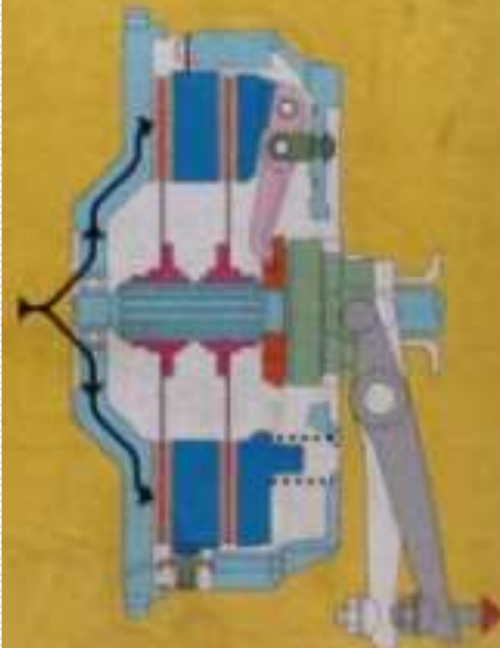
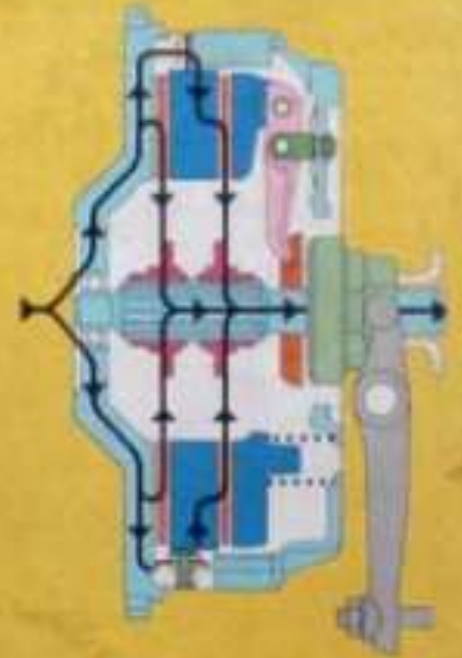
Склоп потисне плоче, тањирасте опруге и поклопца





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Дволамеласта (удвојена) спојница





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

**ПЛИВАЈУЋИ
ЗАМАЈАЦ**





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

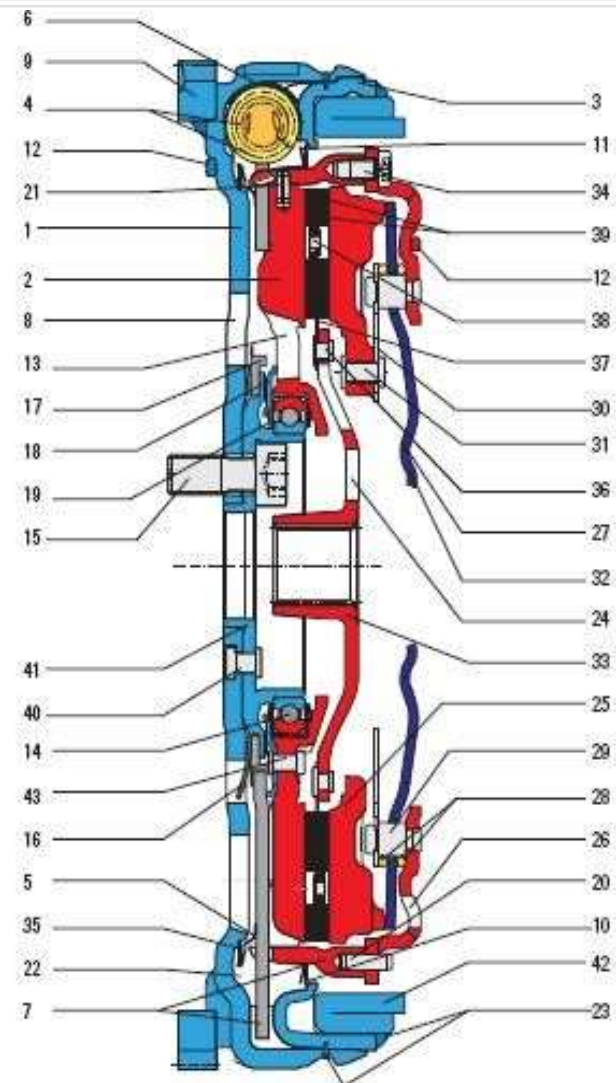
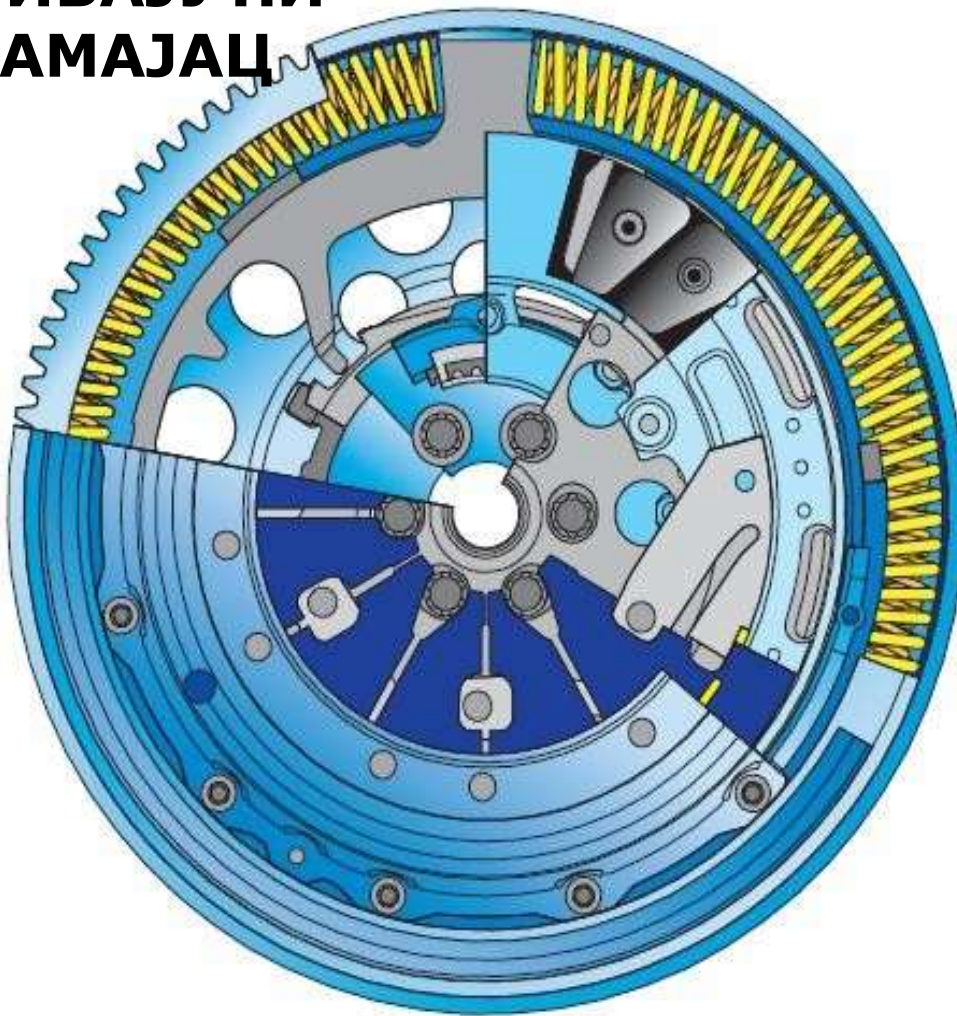
**ПЛИВАЈУЋИ
ЗАМАЈАЦ**





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

ПЛИВАЈУЋИ
ЗАМАЈАЦ





ГЛАВНА СПОЈНИЦА

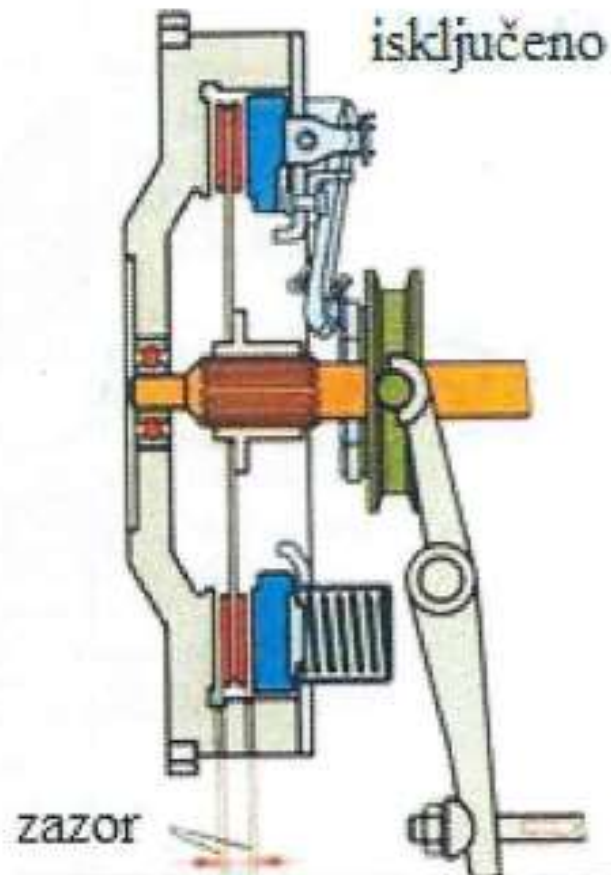
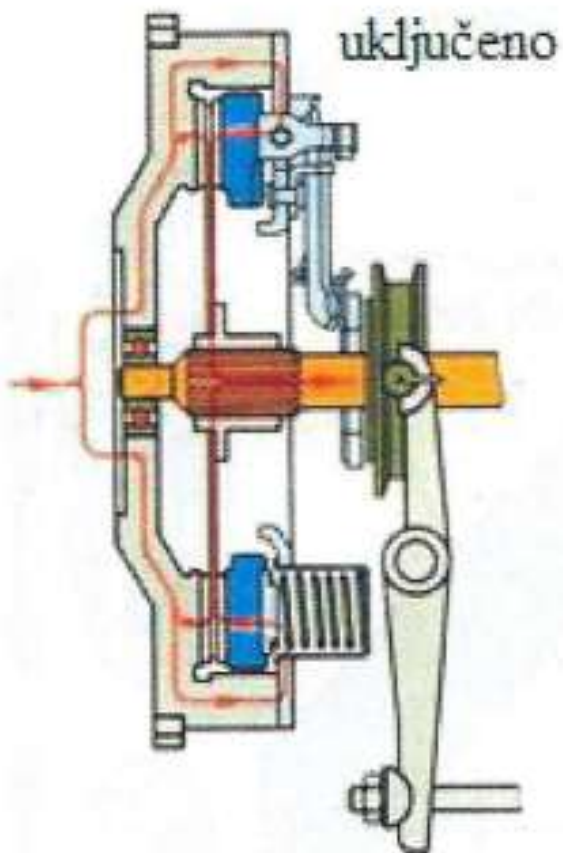


Различите врсте опруга на фрикционим спојницама

- Спиралне-незнатно мењају силу притиска са хабањем тарних ламела (повећањем зазора);
- Тањирасте – захтевају већу силу притиска на њих; али и стабилна сила приањања до граничног истрошења облога ламеле.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА



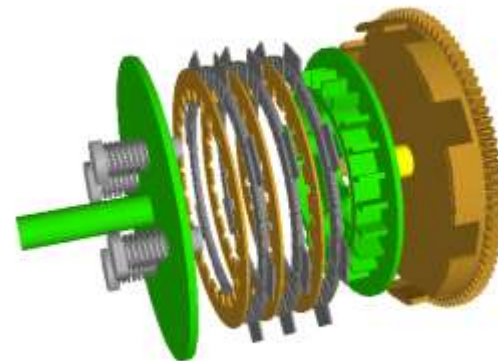
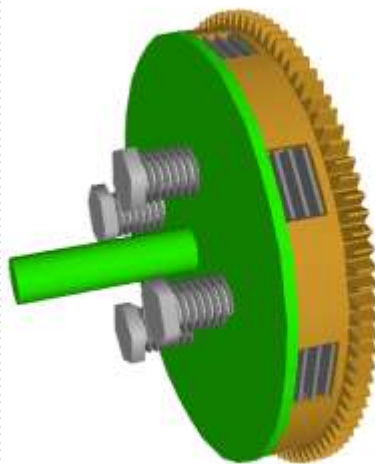
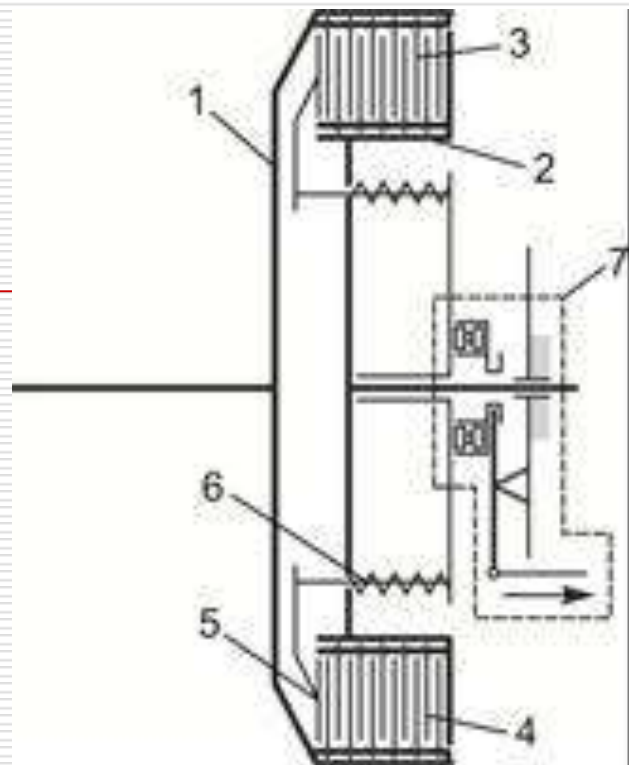
Положај елемената укључене-искључене спојнице



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Вишеламеласта спојница

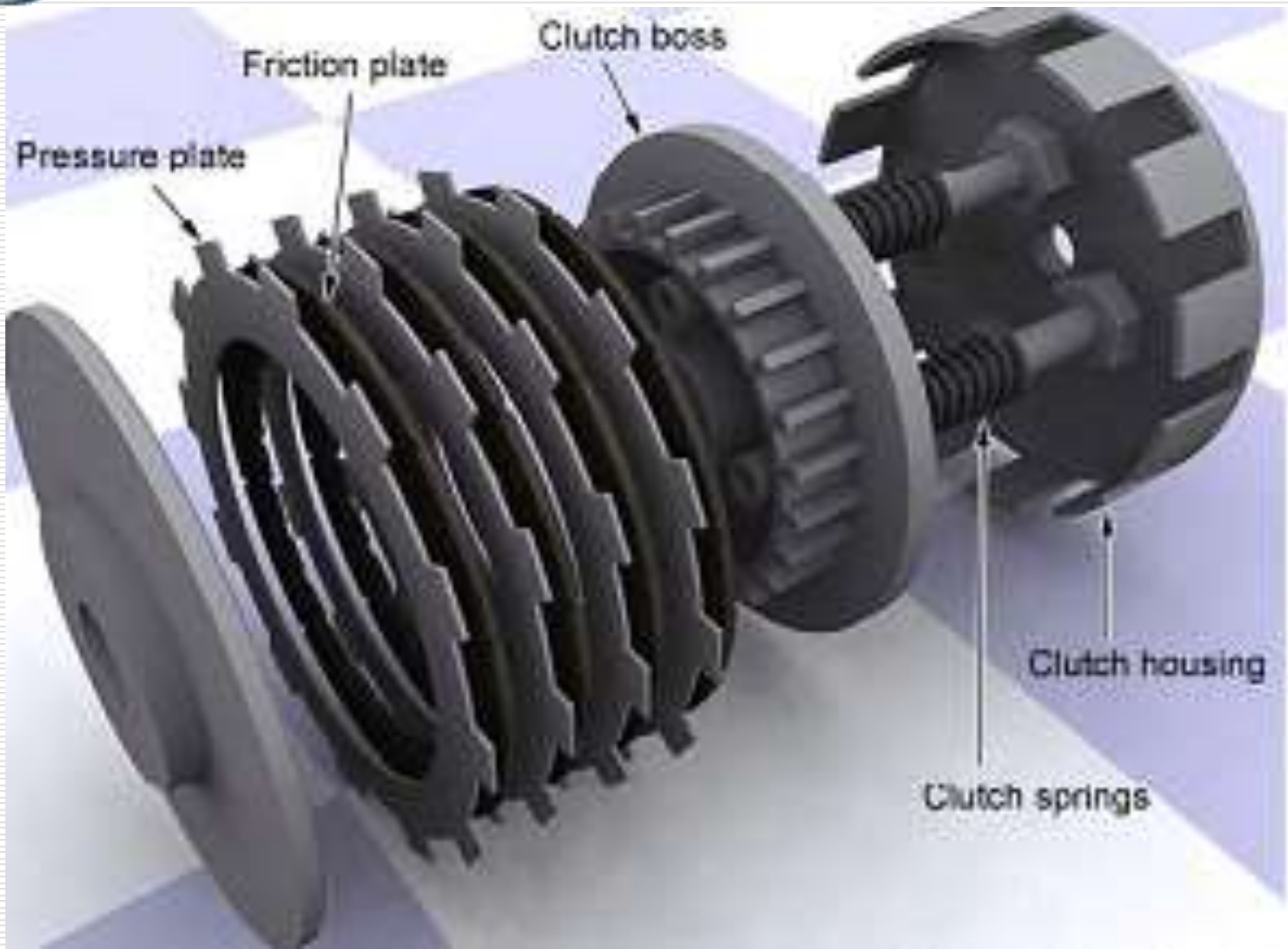
- погонски добош (1),
- гоњени добош (2)
- погонске ламеле (3),
- гоњене ламеле (4),
- потисна плоча (5),
- опруга (6) и
- механизам за искључивање (7).





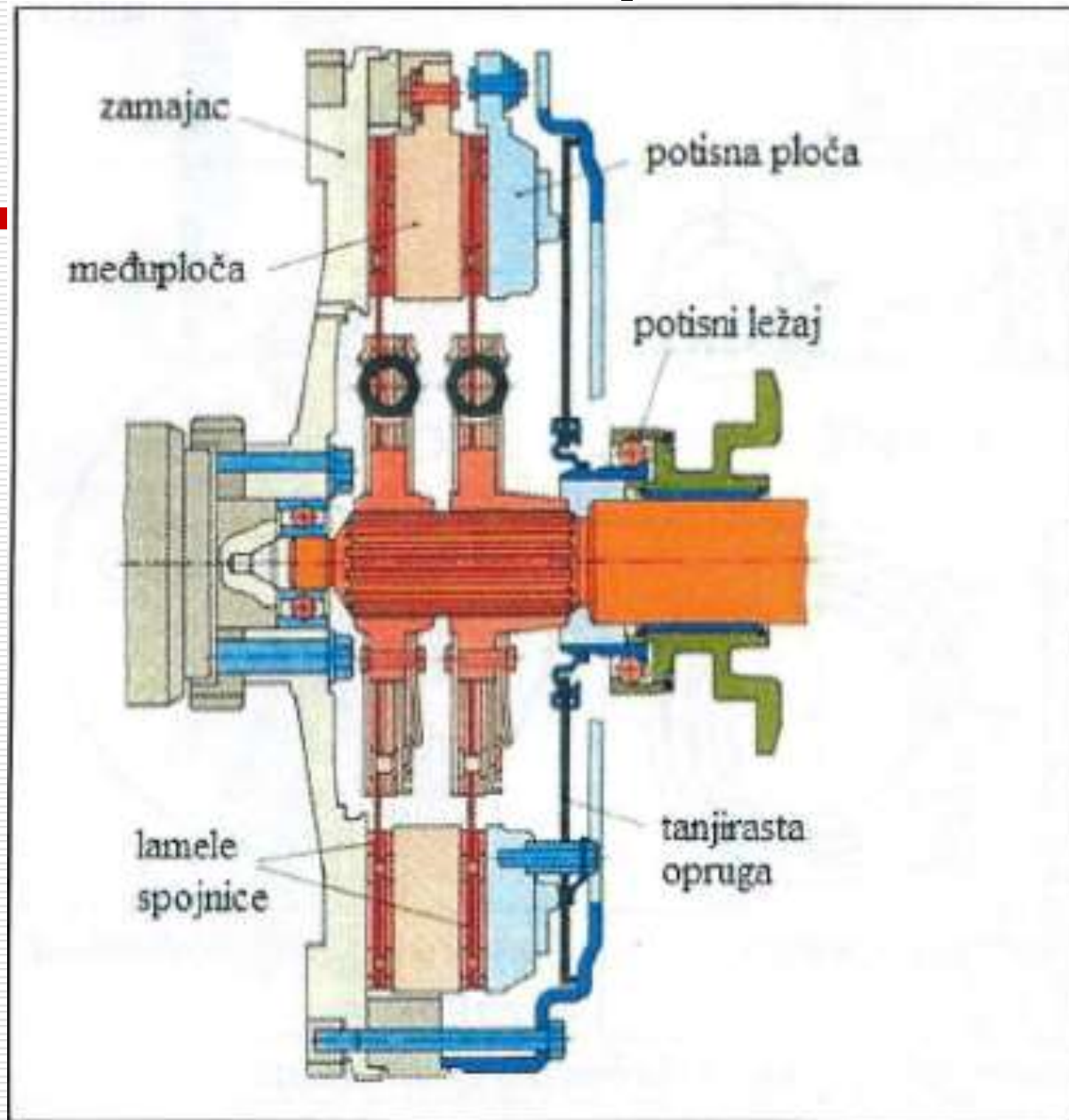
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Вишеламеласта спојница





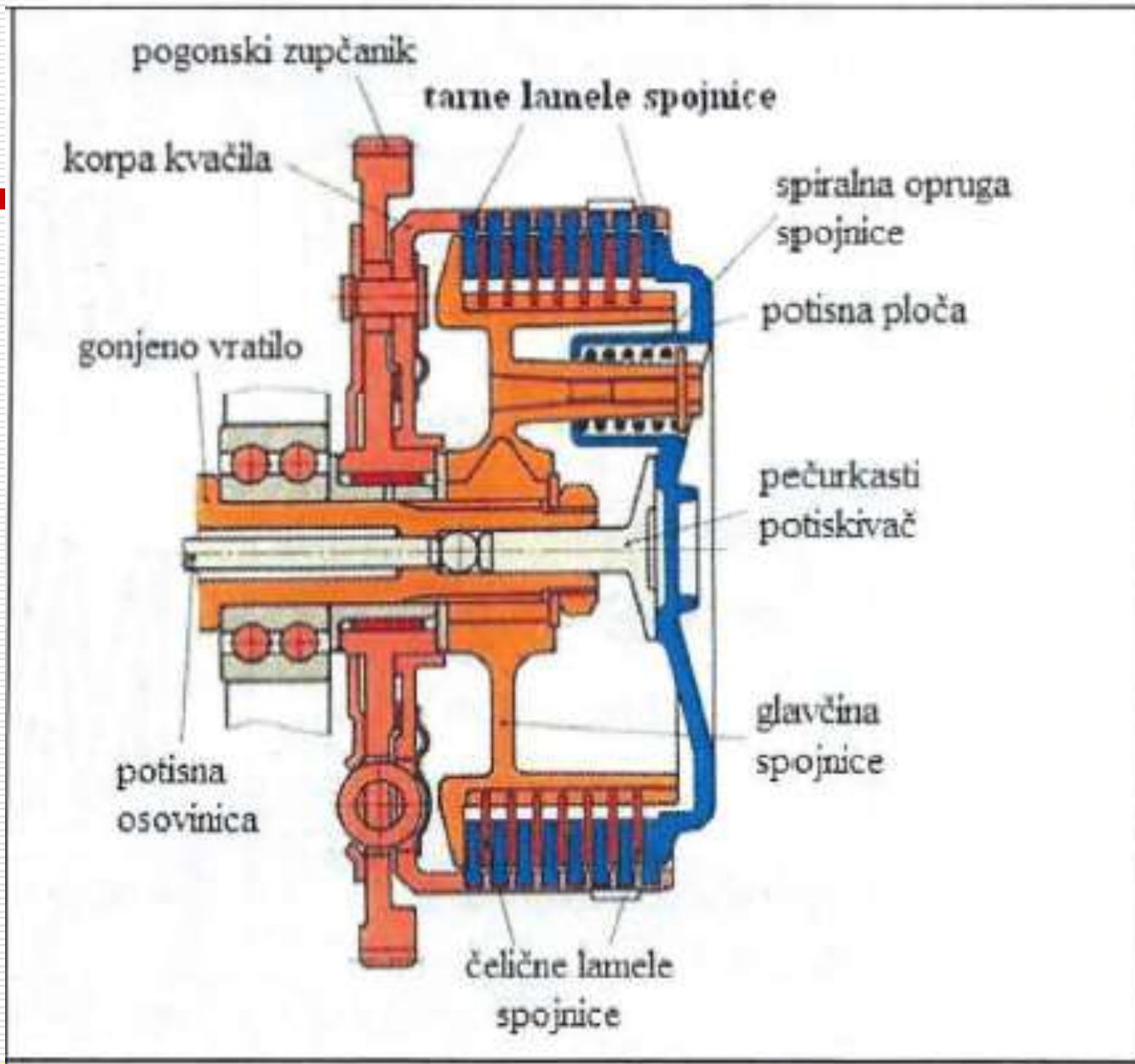
ГЛАВНА СПОЈНИЦА



а) дволамеласта фрикц. спојница



ГЛАВНА СПОЈНИЦА



б) вишеламеласта фрикц. спојница



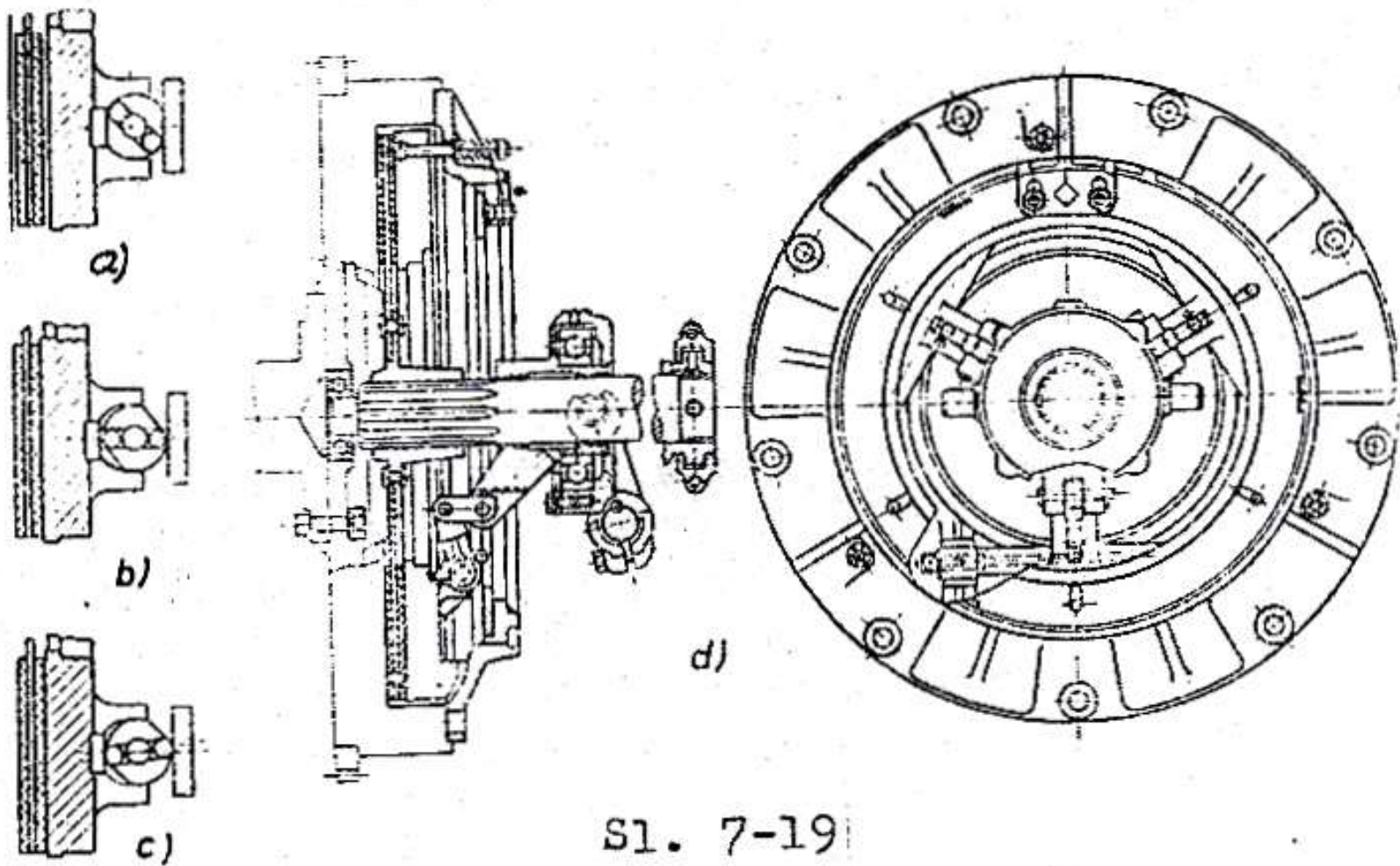
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Спојнице стално искљученог типа

- Дејство на команду спојнице $\Rightarrow$ користи се само за промену стања (укључено-искључено), па након дејства $\Rightarrow$ спојница у оном положају у ком је доведена;
- Стално искљученог типа $\Rightarrow$ може да остане *искључена* и након дејства силом на командни механизам;
- **Решење (I) на слици испод** $\Rightarrow$ врло слично конструкцијама спојница стално укљученог типа;
- Разлика $\Rightarrow$ остварење нормалне силе се врши помоћу *три брегасте осовине*;
- *Брегови брегастих осовина* $\Rightarrow$ се "уклињавају" између потисне плоче и поклопца спојнице;
- *Брегасте осовине* $\Rightarrow$ преко система полуга спојене за потисни лежај;



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

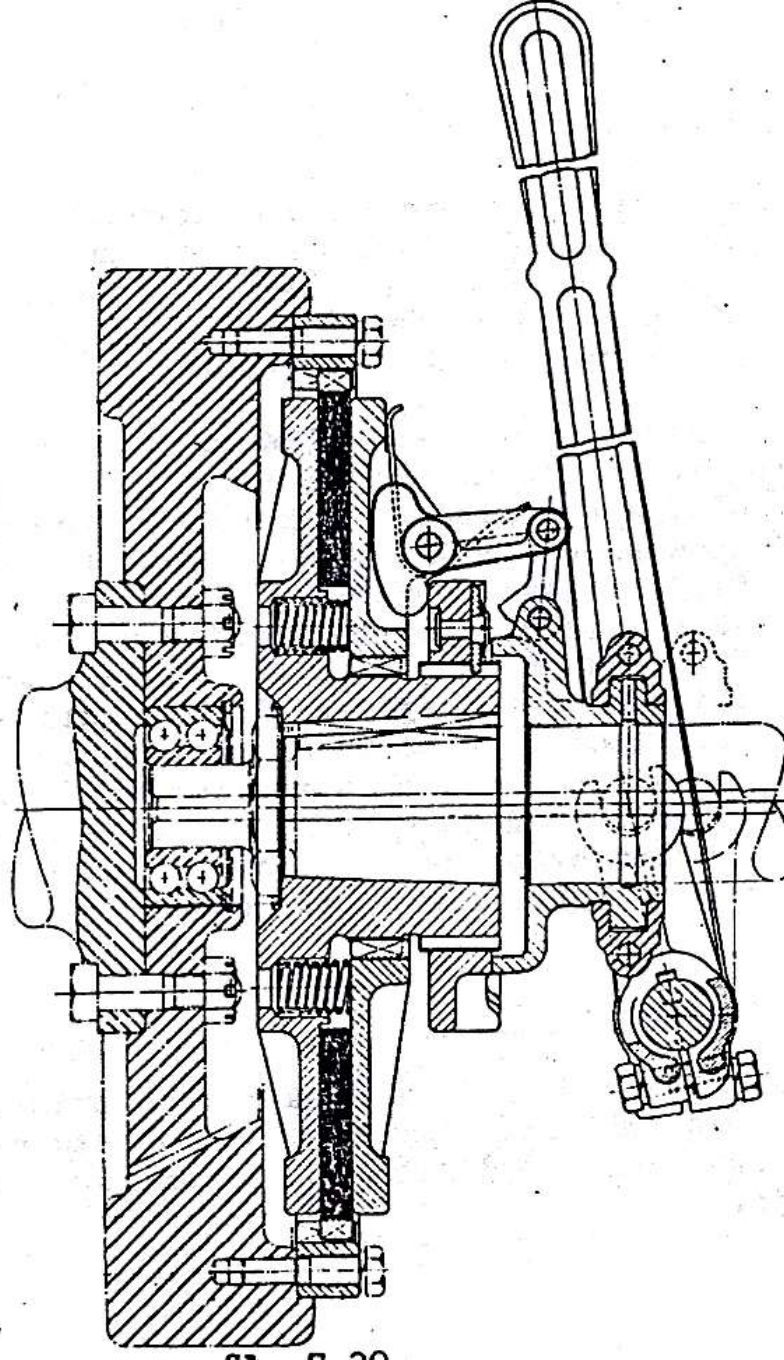


Механичка фриксиона спојница стално искљученог типа (I решење)



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- Када је спојница искључена брегови се налазе у положају **a** (слика);
- Померањем команде полуге у положај укључења спојнице, брегови најпре долазе у положај **b** $\Rightarrow$ тада настаје највећа нормална сила;
- Међутим $\Rightarrow$ то је лабилан положај $\Rightarrow$ брегови се и даље обрћу и долазе у стабилан положај **c**;
- За обезбеђење потпуног одвајања потисне плоче у положају искључења, на спојницу се уграђују опруге $\Rightarrow$ обезбеђују повлачење потисне плоче ка поклопцу.



Механичка фрикциона спојница стално искљученог типа (II решење)



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

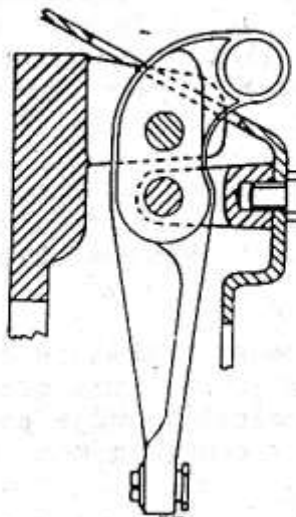
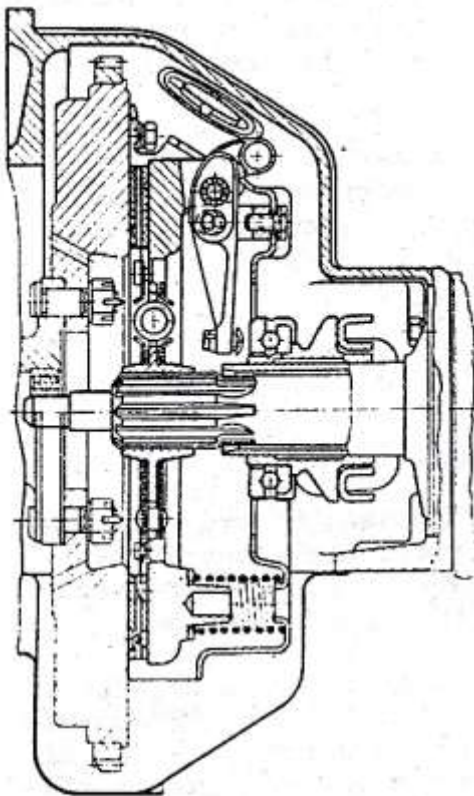
- ❑ **Решење (II)(слика изнад)** $\Rightarrow$ карактеристично што се цела маса спојнице налази на спојничком вратилу;
- ❑ Фрикциони диск је преко озубљења спојен са замајцем мотора;
- ❑ Нормална сила на површини трења се остварује помоћу полуга са брегом (кулисни потискивач), а која су зглобно повезана са потисним лежајем;
- ❑ Чисто одвајање потисне плоче (на којој су учвршћене полуге са брегом) $\Rightarrow$ уз помоћ завојних цилиндричних опруга кружно распоређених;
- ❑ Недостатак $\Rightarrow$ на спојничком вратилу се налазе масе знатно већег момента инерције у односу на претходне конструкције (код којих је за спојничко вратило везан само фрикциони диск).



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Полуцентрифугалне спојнице

- За остварење нормалне силе на површине трења поред *опруга* ⇒ и *центрифугална сила*;
- Олакшавају се услови рада опруга;
- Смањује се вредност потребне силе на команди за искључење при мањим бројевима обртаја;
- Знатно растерећење возача у погледу замора;
- Конструкцијски ⇒ сличне опружним дискосним спојницама стално укљученог типа;
- Међутим ⇒ *двокраке полуге за искључење спојница* ⇒ лучно продужене на крају којим се везују за потисну плочу;
- На тај начин образују *ексцентричну масу* ⇒ на коју делује центрифугална сила при обртању;

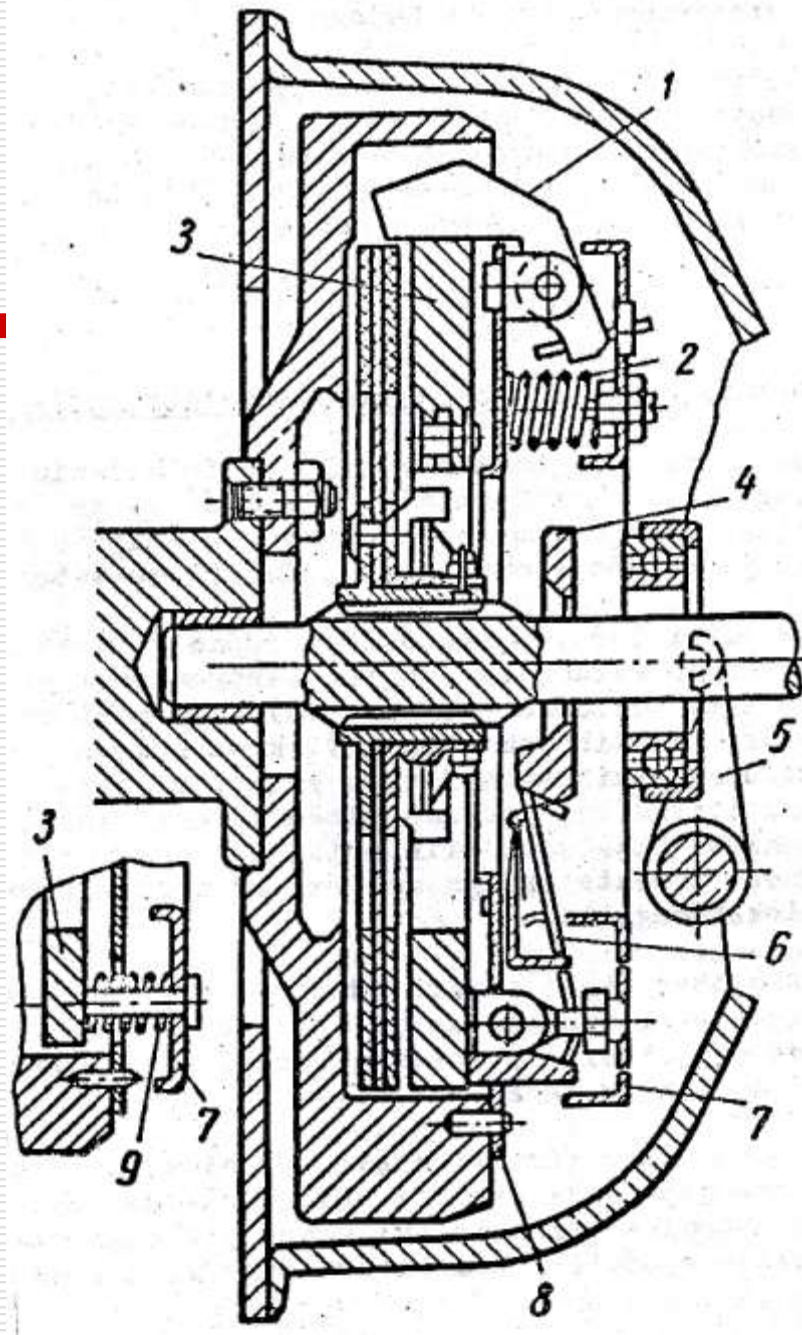


Полуцентрифугална спојница



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- Центрифугалне силе омогућују нормалну силу на потисну плочу сразмерну:
 - Маса,
 - Броју обртаја,
 - Односу кракова (вредност растојања места дејства центрифугалне силе и места споја полуга за потисну плочу) од места споја полуга за поклопац спојнице;
- За смањење трења на местима улежиштења полуга (ради повећања осетљивости на дејство **F_c**) улежиштења двокраких полуга (у спојевима са потисном плочом и поклопцем спојнице) се реализују помоћу *котрљајућих лежајева*.



Центрифугална спојница



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Центрифугалне спојнице

- ❑ Циљ $\Rightarrow$ даље олакшавање услова рада возача;
- ❑ Омогућују *аутоматско* укључивање и искључивање;
- ❑ Осигурава се мотор од присилног заустављања услед преоптерећења;
- ❑ Полуге са центрифугалним теговима могу да се обрћу око својих ослонаца (налази се на дискосном носачу-8 учвршћеном на замајцу мотора);
- ❑ Опруге (2) се ослањају једним крајем на носач (8), а другим на поклопац (7), тежећи да га заједно са потисном плочом (3), која је са њим спојена, одмакну од замајца (у положај искључивања спојнице);



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- Када број обртаја мотора (и центрифугалних тегова) достигне одређени ниво, услед дејства **F_c** врши се сабијање опруга (2) и померање поклопаца (7), заједно са њим и потисне плоче (3) ка замајцу;
- Радне опруге (9), постављене између поклопца (7) и потисне плоче (3) $\Rightarrow$ укључују спојницу;
- У циљу ограничења максималног момента (момента трења) нормална сила притиска на потисну плочу се ограничава *граничницима за ограничење кретања полуга (1)*;
- Ове полуге належу на граничнике при неком одређеном броју обртаја;



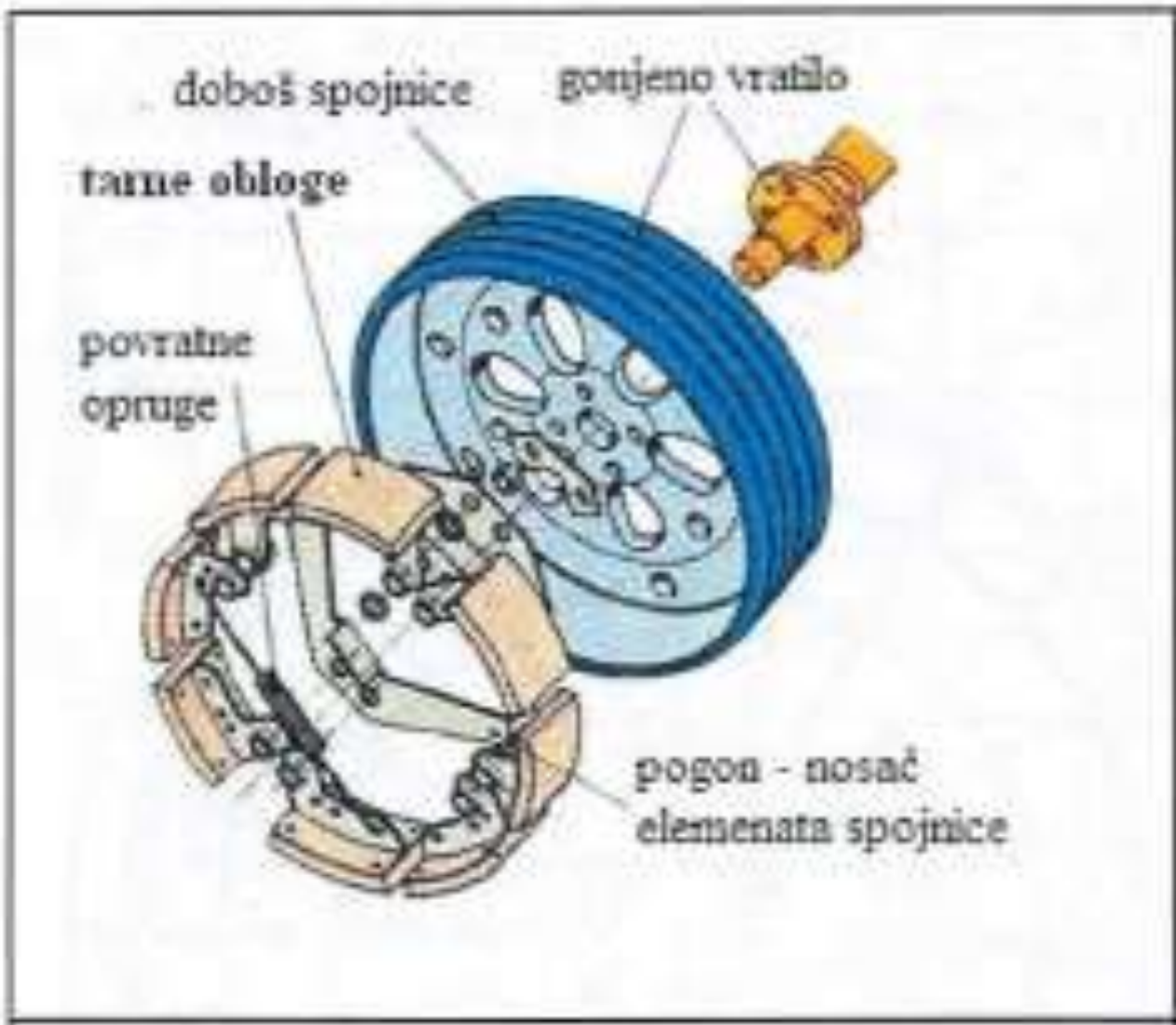
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- Пошто при промени степена преноса број обртаја мотора не пада испод броја обртаја при коме се спојница укључује ⇒ неопходно је принудно искључење спојнице ⇒ обезбеђује се полужјем (6) и командним механизмом (5) (идентично спојници стално укљученог типа).



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Добош (инерционе) спојнице



**Добош (инерциона)
спојница**



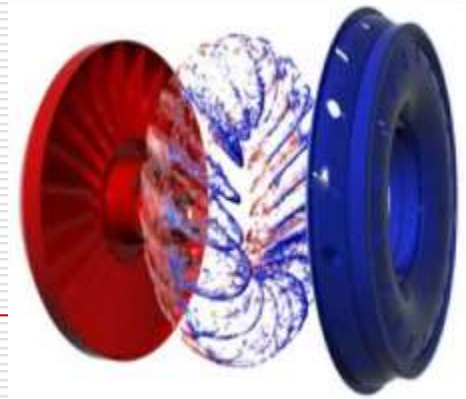
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- посебна врста фрикционих спојница → **добош (инерционе) спојнице**;
- код њих се фрикциона сила остварује радијално, дејством инерционе силе која размиче тегове са фрикционим папучама;
- фрикционе папуче добијају погон директно од мотора;
- размицањем фрикционе папуче радијално чврсто приањају на добош спојнице;
- дакле, ове спојнице немају опруге којим се остварује сила трења.



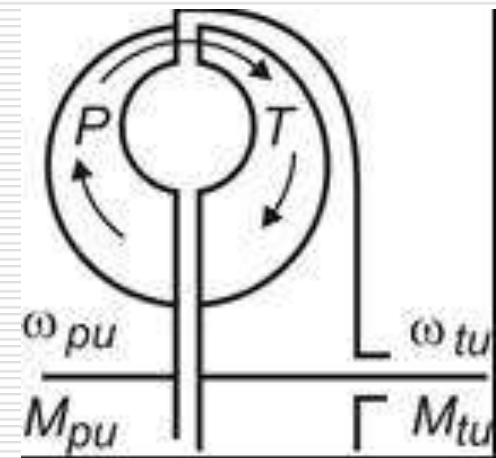
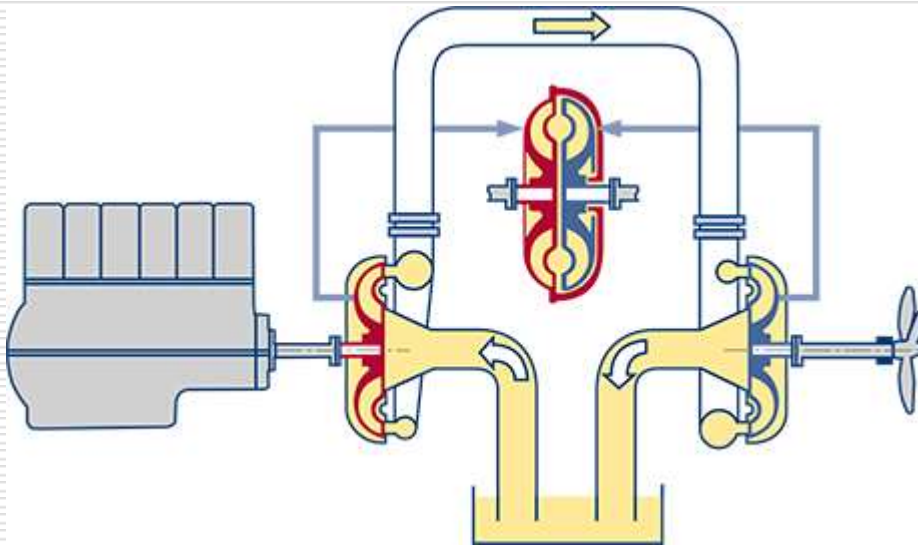
ГЛАВНА СПОЈНИЦА

ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА



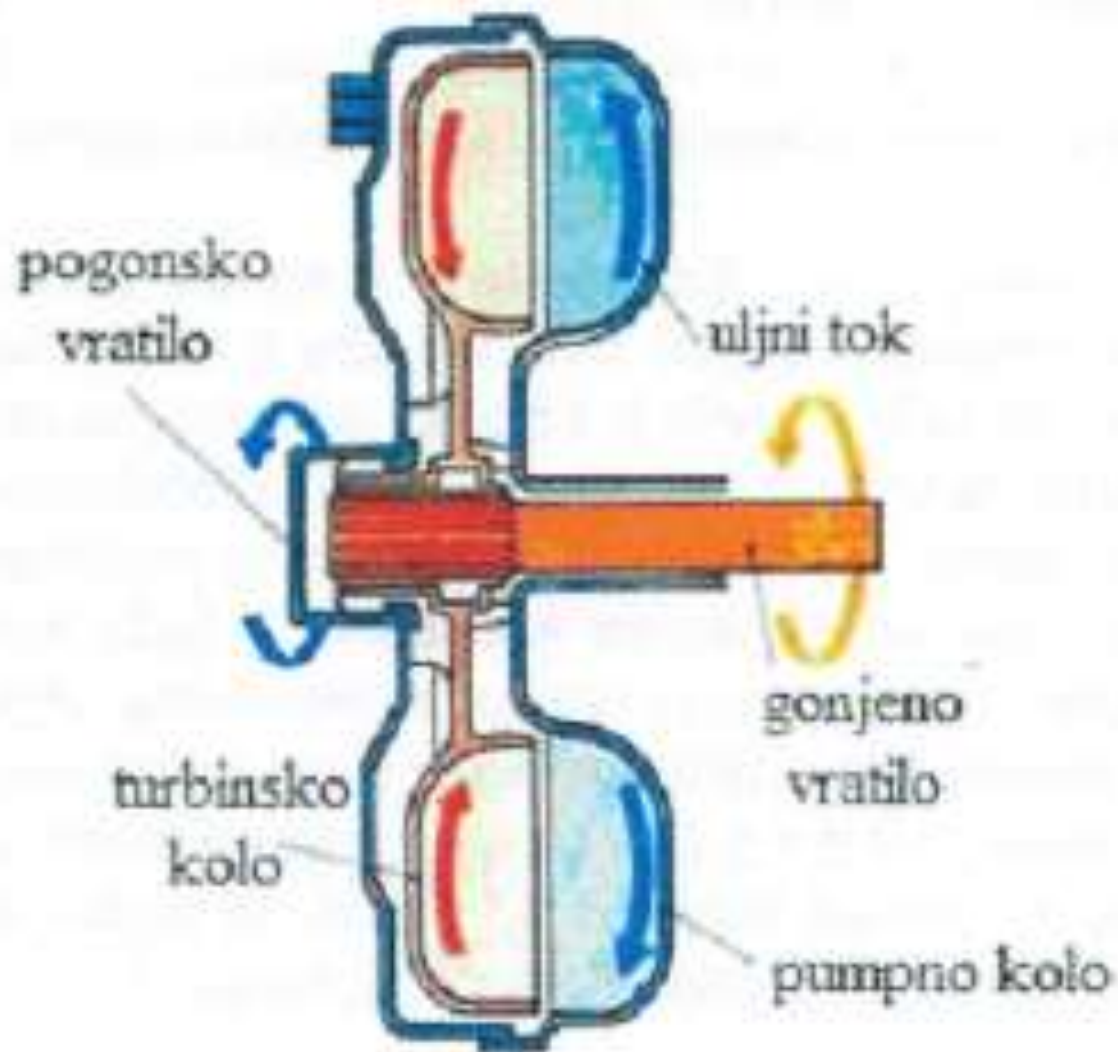
- ❑ Хидродинамичка спојница је хидраулички преносник код којег се снага преноси количином кретања флуида којим је испуњена.
- ❑ Састоји се од два торусна кола са радијално постављеним лопатицама, пумпног Р и турбинског Т.

$$(M_{pu} = M_{tu})$$



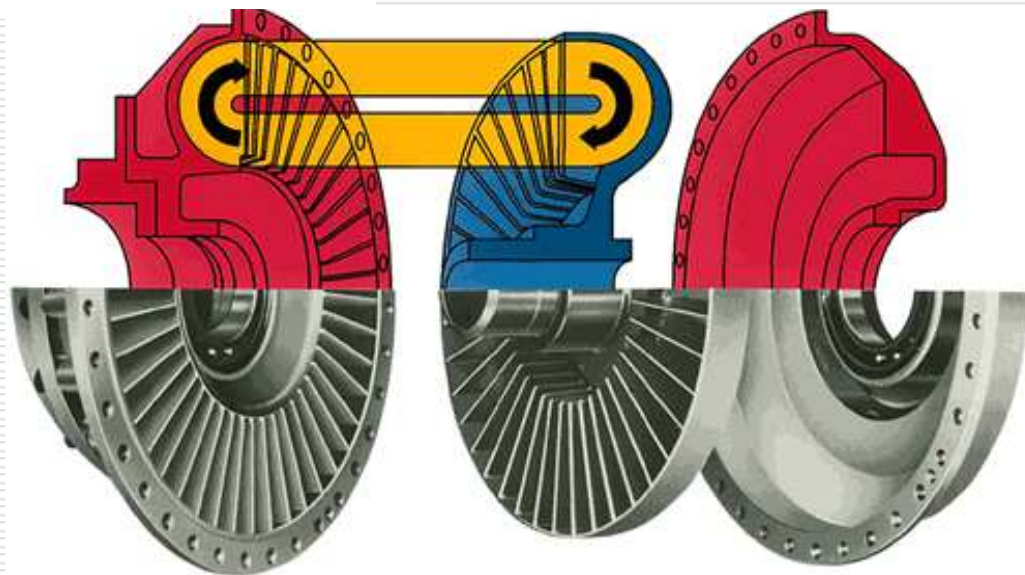
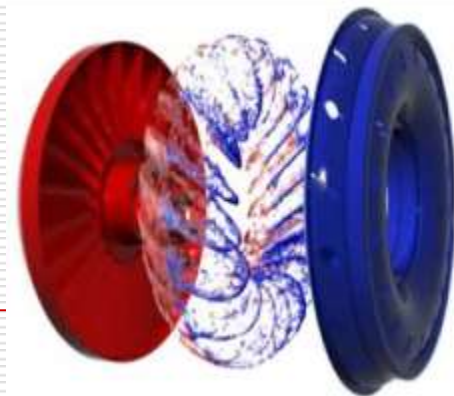
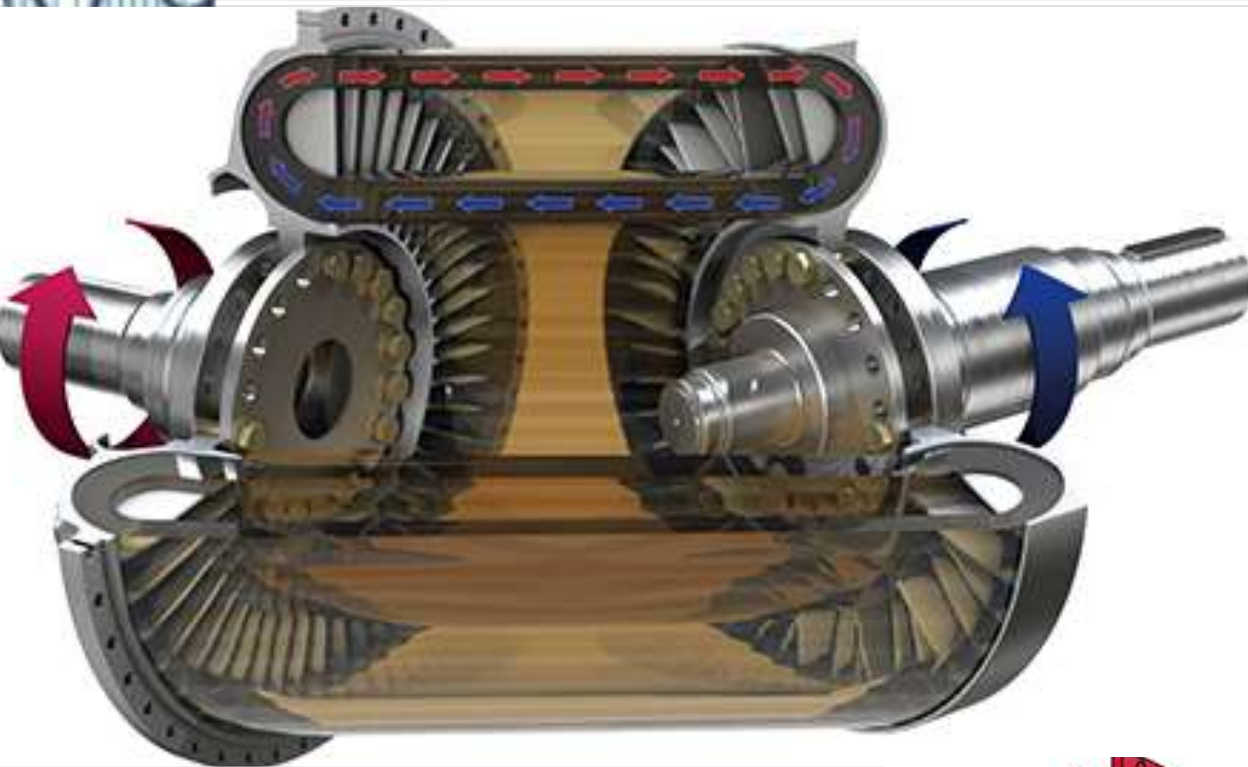


ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА



Схематски приказ рада хидродинамичке спојнице

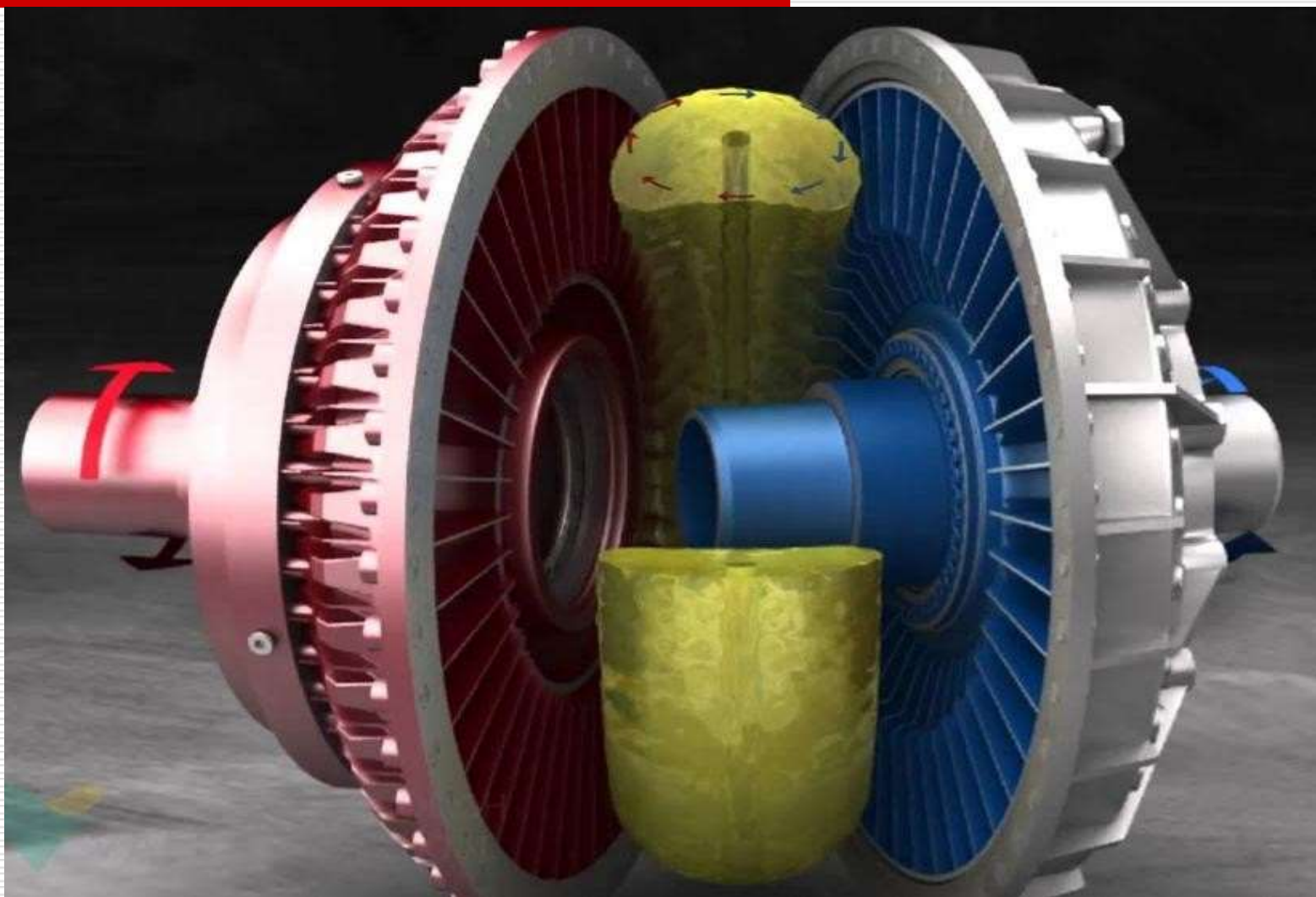
Хидродинамичка спојница





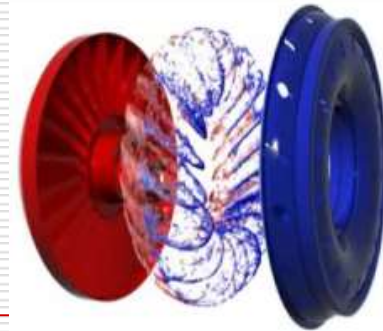
ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

Принцип рада

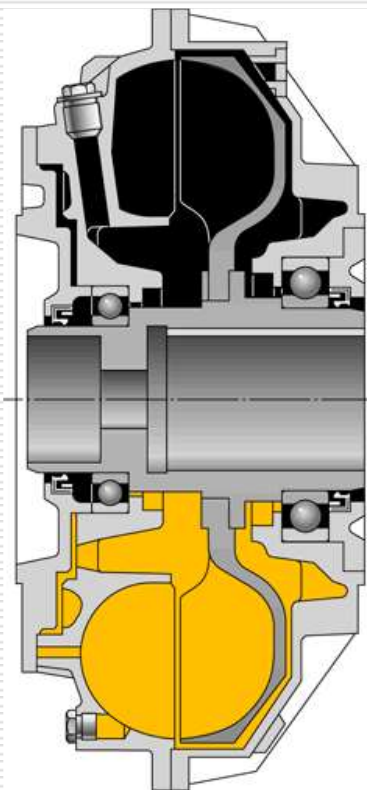




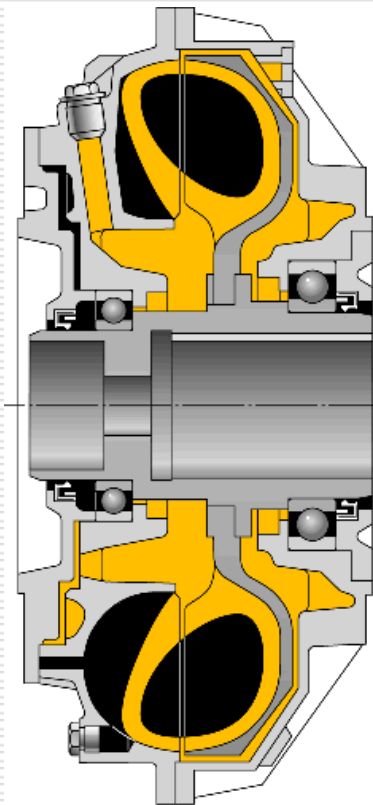
ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА



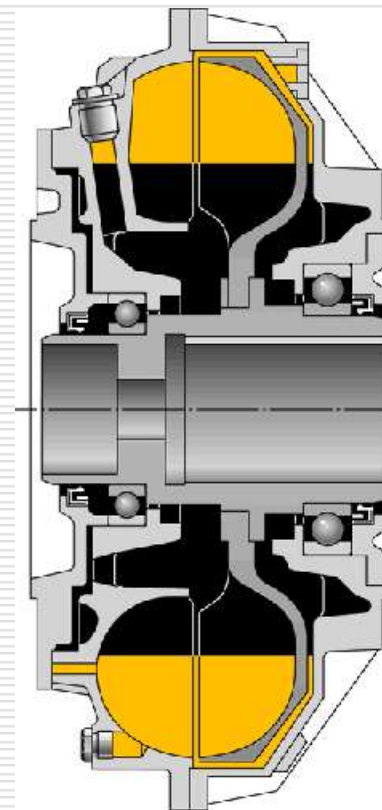
- Рад се са вратила радног кола пумпе преноси на вратило радног кола турбине, преко радног флуида, који циркулише унутар радног простора.



Мировање



Стартовање



Радни режим



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Хидродинамичка спојница се састоји од кућишта у коме је смештено пумпно и турбинско коло;
- ❑ Додавањем реакторског кола са усмерним лопатицама, хидродинамичке спојнице добијају способност и трансформације обртног момента на улазном и излазном вратилу, тако да постају хидродинамички мењачи;
- ❑ Пумпна и турбинска кола се по правилу изводе са радијалним правим лопатицама (обично 25 до 35 лопатица по колу);
- ❑ Због своје једноставности исте у принципу не захтевају неко посебно одржавање осим контроле количине уља у систему;
- ❑ Код мањих хидродинамичких спојница, какве су обично код возила, кућиште спојнице са пумпним колом је чврсто везано за замајац мотора, док је турбинско коло слободно улежиштено, а својом главчином је спојено са гоњеним вратилом.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Спојница нема могућност трансформације обртног момента:

$$(M_{pu} = M_{tu})$$

- ❑ Број обртаја турбине мањи је од броја обртаја пумпе услед појаве клизања, које настаје као последица губитака механичке енергије у струји флуида;
- ❑ Појава клизања основна разлика хидродинамичке у односу на механичку фрикциону спојницу;
- ❑ Код механичке спојнице клизање обележје прелазног процеса – процеса укључивања, а код хидродинамичке спојнице је увек присутно.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- **Клизање** представља релативно кашњење турбинског кола у односу на пумпно и изражава се односом:

$$s = \frac{\omega_{pu} - \omega_{tu}}{\omega_{pu}} = 1 - \frac{\omega_{tu}}{\omega_{pu}} = 1 - \hat{i}_{HDS}$$

- **Степен корисности** хидродинамичке спојнице дефинише се односом снага на излазном и улазном вратилу:

$$\eta_{HDS} = \frac{P_{tu}}{P_{pu}} = \frac{M_{tu} \cdot \omega_{tu}}{M_{pu} \cdot \omega_{pu}} = \frac{\omega_{tu}}{\omega_{pu}} = \hat{i}_{HDS}$$

- Код ХДС => само **кинематички губици (нема динамичких)**, значи да је момент на излазном вратилу једнак моменту на улазном вратилу.
- Пренесени обртни момент израчунава се према изразу:

$$M = \lambda \cdot \rho \cdot R_c^5 \cdot \omega_{pu}^2$$

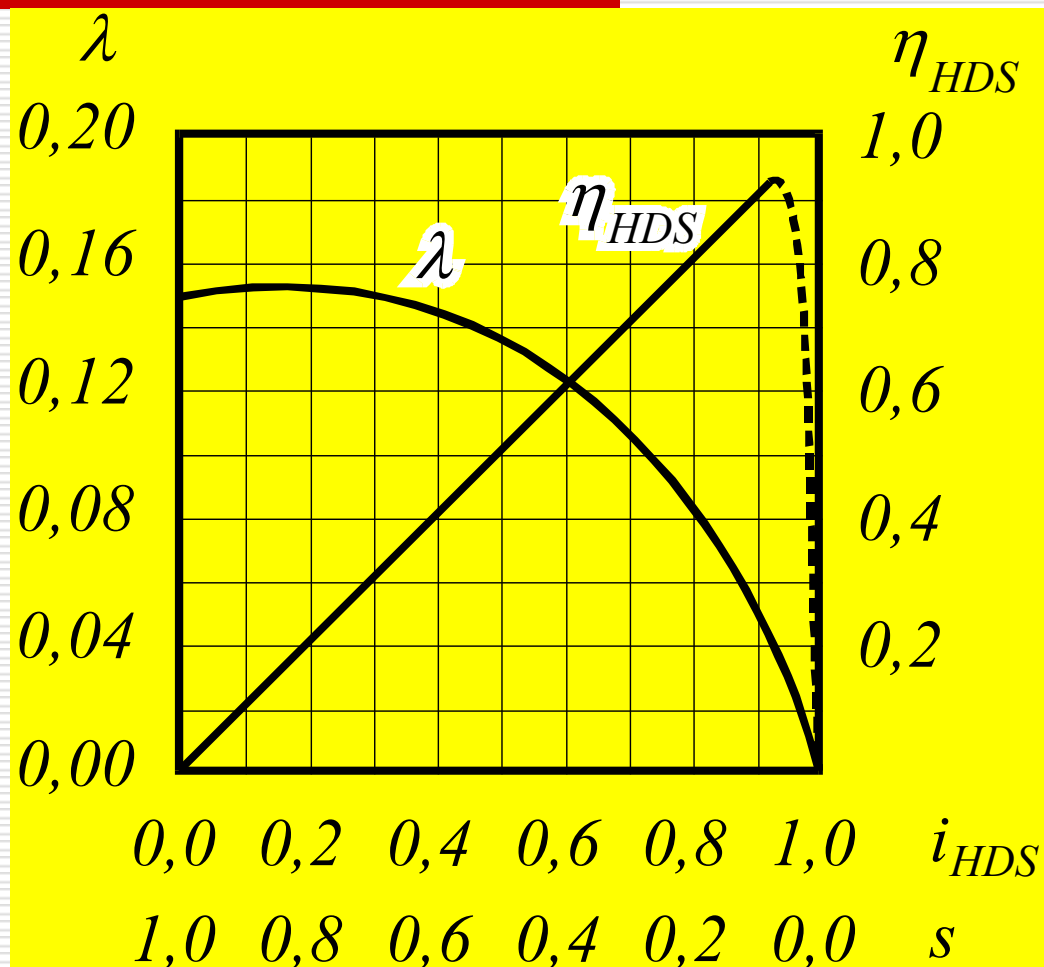


ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Коефицијент λ назива се *бездимензионална карактерист. момента*, а добија се испитивањем спојнице на пробном столу;
- ❑ **ХДС** се тако димензионише да при броју обртаја погонског вратила (коленастог вратила мотора) који одговара максималном моменту мотора клизање буде око 2%;
- ❑ У том случају степен корисности је максималан (0,97) (мах ефикасност);
- ❑ Спојница функционише као укључна, са аутоматским укључивањем у зависности од броја обртаја погонског вратила $\Rightarrow$ не постоји потреба за управљачким системом.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА



Бездимензионална карактеристика хидродинамичке спојнице



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Код повећаног клизања у ХДС долази до интензивног загревања уља;
- ❑ Због тога се спојница конструише тако да кроз њу протиче уље;
- ❑ На излазу из спојнице налази се пригушница, а на улаз се доводи уље под притиском, тако да је спојница увек попуњена;
- ❑ Постоји и могућност регулације пуњења спојнице, чиме се регулише и максимални момент који је спојница у стању да пренесе.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- Хидродинамичке спојнице се израђују:
 1. Ливењем од легура алуминијума (тада обртно коло са лопатицама чини недељиву целину).
 2. Од лима пресовањем, када се лопатице израђују посебно, па се обртно коло склапа.
- Већа примена израде пресовањем (мањи трошкови производње, флексибилнија конструкција).
- у ХС (посебно при раду мотора на празном ходу) када се сва енергија претвара у топлоту => појава **кавитације** => манифестује се **буком** и **скоковима обртног момента**.
- За смањење кавитације => повећава се притисак пуњења уља => **мења се у границама од 2 до 12 bara**.
- Спречавање превеликог загревања уља (његове брзе оксидације, смањење кавитације) => **хлађење уља одвођењем истог у хладњак и поновним враћањем у ХС**.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- Број измена уља у ХС зависи од услова рада => креће се у распону од **0,5 до 3 измене у минути**.
- Ако се и у пумпном и у турбинском колу ХС налази исти број *идентичних и једнако постављених лопатица* => долази до појаве **торзионих вибрација** и **буке**.
- Постоје два начина да се ово реши:
 1. Да се лопатице неједнако поставе,
 2. Да се број идентично и једнако постављених лопатица у пумпном и турбинском колу разликује за једну или две лопатице.
- Предност првог начина => оба обртна кола могу да буду идентична (једноставнија производња).
- Други начин => користи се ако се конструкцијска решења оба кола доста разликују, а посебно ако се једно од обртних кола израђује ливењем.



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- Дебљина лопатица зависи од захтева у погледу чврстоће или од начина израде.
- Лопатице израђене пресовањем од челичног лима дебеле су 1,0 до 1,25 mm.
- Када се обртно коло лије од легуре алуминијума дебљина зависи од могућности доброг попуњавања калупа (дебљина лопатица око 1,5 mm).



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Такође, граде се и ХС које ван торусног дела, а између турбинског кола и кућишта, имају додатни простор који служи као *резервоар*.
- ❑ Улога резервоара:
 - ❑ спречава прекомерно повећавање притиска при загревању уља (улога експандера),
 - ❑ омогућава преношење малог обртног момента на празном ходу мотора (када возило стоји у месту).
- ❑ То се постиже => да се при малим бројевима обртаја већи део уља слива у резервоар (не учествује у преношењу обртног момента).
- ❑ Да би се овај ефекат повећао => на унутрашњем пречнику торуса турбине поставља се један прстен ("омета" циркулацију уља при нижим бројевима обртаја).



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- До сада приказане **ХС** примењују се у возилима заједно са **фрикционом спојницом** (омогућава промену степена преноса у мењачком преноснику са степенастом променом преносног односа).
- Фрикциона спојница се користи јер приказане ХС не могу никад да изврше *потпуно одвајање* преносника снаге од мотора.
- Постоје ХС (без примене фрикционе спојнице) код којих се при промени степена преноса врши пражњење уља, што омогућава *потпуно одвајање* мотора од преносника снаге.
- Пражњење и пуњење ХС врши се помоћу: *једне пумпе, излазног вентила, граничног вентила и разводника.*



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- ❑ Оваква ХС мора имати што је могуће мању запремину, како би количина уља била што мања, те се смањило време пуњења и пражњења.
- ❑ Насупрот томе, ХС треба имати довољан капацитет у погледу преношења обртног момента при пуном оптерећењу на празном ходу када је ХС напуњена уљем.
- ❑ Пуњење и пражњење мора да се обави брзо.
- ❑ Пумпа мора да буде тако димензионисана да при ниском броју обртаја омогући око 20 пуњења ХС у минути.



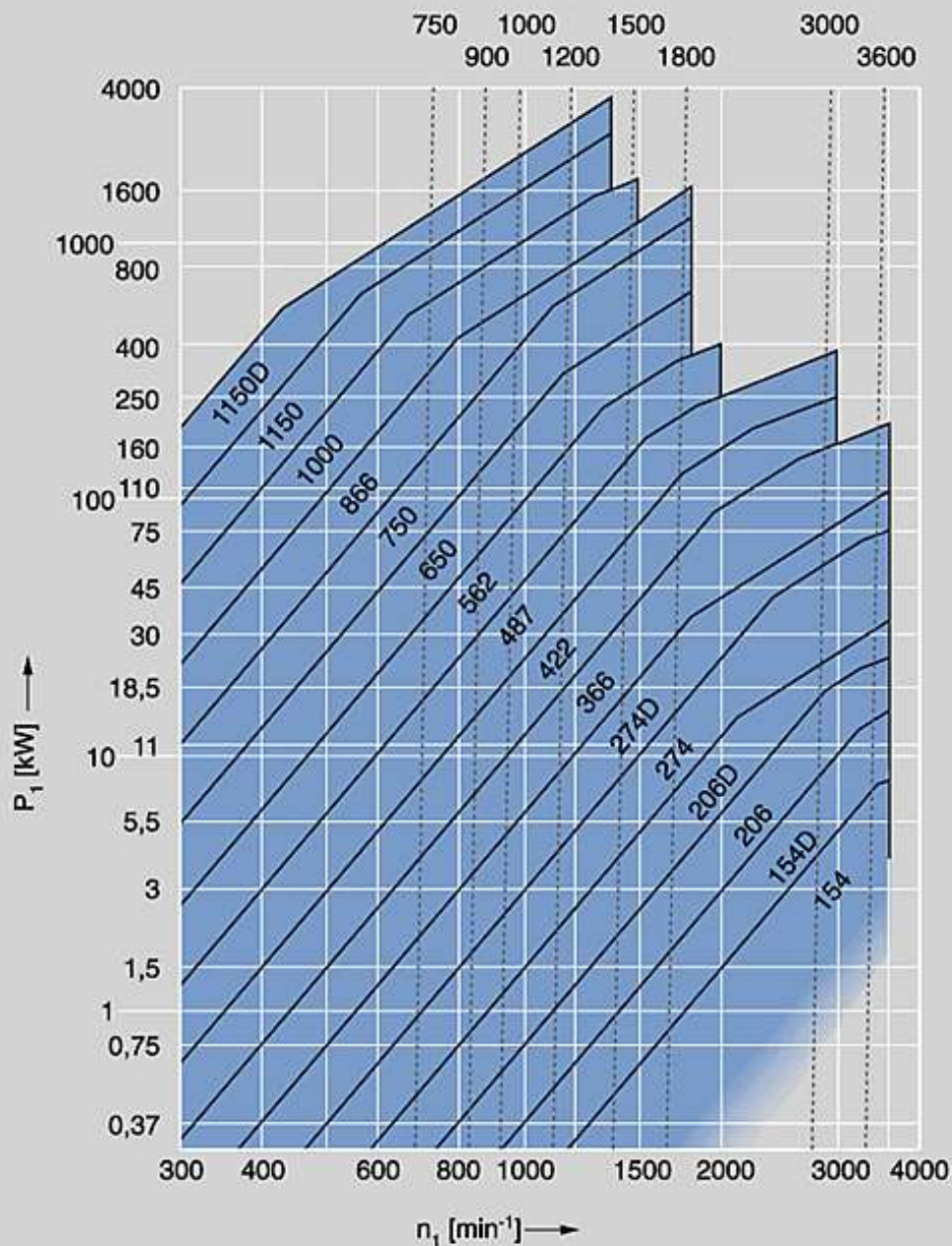
ХИРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

- Током рада хидродинамичке спојнице развија се топлота.
- Да би се интензивирало одвођење топлоте и тиме снизила температура радне течности и делова спојнице, спољни дискови пупног кола се изводе с ребрима за хлађење.
- Дозвољена температура уља у споници је $80-100^{\circ}\text{C}$
- Да напони у појединим деловима спојнице не би прекорачили дозвољене границе, на споницама се постављају сигурносни чепови који се топе на $130-140^{\circ}\text{C}$ и на тај начин испуштају уље из спојнице.





ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА



Изборни дијаграм
хидродинамичке спојнице



ХИДРОДИНАМИЧКА СПОЈНИЦА

Карактеристике хидродинамичких спојница

Предности:

- ☐ спојница је са аутоматским укључивањем,
- ☐ олакшано покретање возила,
- ☐ спречавање заустављања мотора при наглom кочењу до заустављања и
- ☐ ефикасно пригушивање торзионих осцилација.

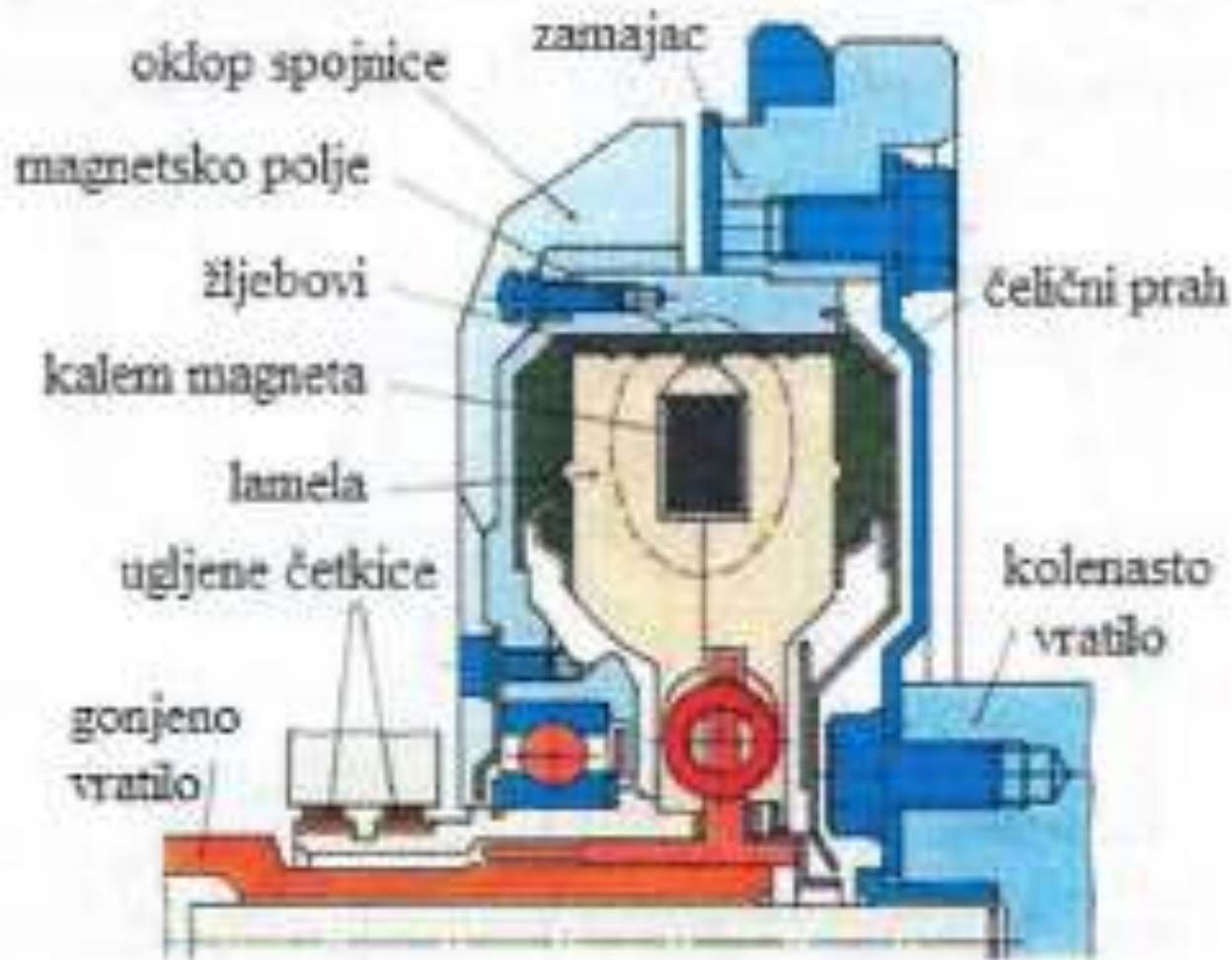
Недостаци:

- ☐ већа маса и момент инерција,
- ☐ отежана промена степена преноса у мењачком преноснику,
- ☐ смањен ефекат кочења мотором и
- ☐ низак степен корисности код већег клизања.



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

Електромагнетна спојница



Електромагнетна
спојница са
магнетним прахом



ГЛАВНА СПОЈНИЦА

- ❑ Електромагнетска спојница са магнетним прахом се релативно мање користи код возила у односу на остале врсте, пре свега фрикционе;
- ❑ Њена цена је доста виша у односу на одговарајуће фрикционе спојнице сличних карактеристика;
- ❑ У принципу само код путничких возила са континуалним мењачем-варијатором;
- ❑ Код ових спојница ток кретања снаге се креће од замајца преко оклопа спојнице, магнетског праха и "ламеле" на вратило мењача;
- ❑ Калем који изазива електромагнетско поље налази се у прстенастом простору "ламеле";
- ❑ Напон добија од генератора струје;
- ❑ У прстенастом простору између оклопа спојнице и спољног дела "ламеле" налази се челични гвоздени прах.
- ❑ Посебним електронским управљачким системом калему се доводи струја, од чије јачине зависи и јачина магнетског поља а самим тим и момент који се спојницом може пренети.