

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	2
2. ОПШТЕ О СПОЈНИЦАМА.....	4
2.1 Класификација фрикционих спојница	7
2.2 Подела фрикционих преносника	7
3. ФРИКЦИОНЕ УКЉУЧНО-ИСКЉУЧНЕ СПОЈНИЦЕ	9
3.1 Електромагнетне фрикционе спојнице	12
3.2 Конструкција и функција фрикционих спојница	14
3.3. Потисне плоче	15
3.3.1. Спојница са тањирастом опругом, тип М	15
3.3.2. Спојница са тањирастом опругом, тип МЗ	18
3.4. Дискови спојница	20
3.4.1. Торзиони ублаживач	20
3.4.2. Облоге.....	21
3.4.3.Опруге облога.....	22
3.4.4.Одвајач	22
3.5. Механизми за активирање фрикционе спојнице	24
3.5.1. Конвенционално активирање	31
3.6. Двострука спојница са тањирастом опругом	32
3.6.1. Основни параметри ламеласте фрикционе спојнице.....	34
3.6.2. Механизам за управљање фрикционим спојницама.....	36
4. ЗАКЉУЧАК	39
ЛИТЕРАТУРА.....	40

1. УВОД

Експлоатацијски услови рада многих машина као што су возила, транспортне, алатне, пољопривредне, грађевинске и друге, захтевају често промену брзина или одвајање гоњених делова и радних органа погонског дела. Због тога се у трансмисије снаге таквих уграђују укључно-искључни механизми или тзв. раздвојиве спојнице.

До двадесетих година прошлог века у употреби су биле конусне спојнице. Са појавом мотора већих снага и броја обртаја, овај тип спојнице је морао бити избачен због озбиљног недостатка при нагом ударном укључивању које је изазивала сила паралелна конусним површинама, а чији је смер био ка погонском делу спојнице. Данас, на возилима са степенастим зупчастим мењачем, примењују се ламеласте спојнице, и то углавном са једном фрикционом облогом (диском). Рад ламеласте спојнице заснован је на коришћењу силе трења које се јављају на додирним површинама.

Зависно од функције разликују се две групе оваквих механизма:

- са управљаним укључивањем-искључивањем и
- са самоукључивањем-искључивањем.

Прекидање и успостављање тока оптерећења од погонског ка гоњеном делу трансмисије код обе групе може бити тренутно и постепено.

Успостављање и прекидање тока оптерећења, односно управљање процесом укључивања или искључивања, врши се системима који могу бити механички, пнеуматски, хидраулични, електромагнетни и комбиновани. Величина потребне аксијалне силе, брзина и трајање процеса укључивања и искључивања зависи од начина преношења обртних момената са једног обода на други.

Посебно место у овој групи фрикционих механизма заузимају фрикционе спојнице.

Оне преносе обртни момент посредством силе трења тј. отпором клизању узајамно притиснутих фрикционих површина обода везаних за вратила или за друге обртне елементе. Фрикционе спојнице су у ствари, укључно-искључни механизми који омогућавају управљање процесом и постепеност спајања и радвајања вратила под

оптерећењем у радном ходу при произвољној разлици угаоних брзина погонског и гоњеног вратила.

Код фрикиционих спојница са управљаним укључивањем-искључивањем, један обод је увек чврсто везан за вратило, најчешће погонско, а други је сам или најчешће са гоњеним обртним елементом, под дејством аксијалне силе уздужно померљив по ожљебљеном делу – најчешће гоњеног вратила.

Захваљујући проклизавању при укључивању обртни момент се постепено преноси и повећава сразмерно порасту притиска на фрикционим површинама. Постепеност и дуже трајање процеса укључивања су основне предности ових механизма. То утиче на смањење удара и инерцијалних сила које настају услед спајања делова који се обрћу различитим угаоним брзинама. При томе се може унапред одредити закон промене угаоне брзине $\omega(t)$ за време укључивања.

Поред тога, фрикционе спојнице осигуравају трансмисију од преоптерећења јер при обртним моментима већим од граничног, за који је спојница пројектована, настаје проклизавање тарних површина спојених делова. Велики недостатак ових спојница је појава повећаног загревања као последице силе трења, те се јавља и потреба одвођења прекомерне топлоте. Ове спојнице могу бити изведене са трајно размакнутим или притисним тарним површинама.

Механизам фрикционе спојнице код моторних возила представља веома широку и сложену проблематику која се може изучавати са више аспеката.

Помоћу спојнице са остварује равномерно покретање возила из места. Добро конструисана спојница мора имати следеће особине:

- да потпуно искључи, односно одвоји мотор од трансмисије, да би се приликом укључења спојнице могао предати најповољнији обртни момент на погонске точкове;
- да омогући равномерно укључивање, како би момент трења могао постепено да се повећава;
- да омогући брз одвод топлоте, која се јавља на површинама трења приликом проклизавања, како у време укључивања спојнице, тако и приликом преоптерећења;
- да гоњени делови спојнице имају што мањи момент инерције;
- да омогући аутоматизацију процеса укључивања и искључивања.

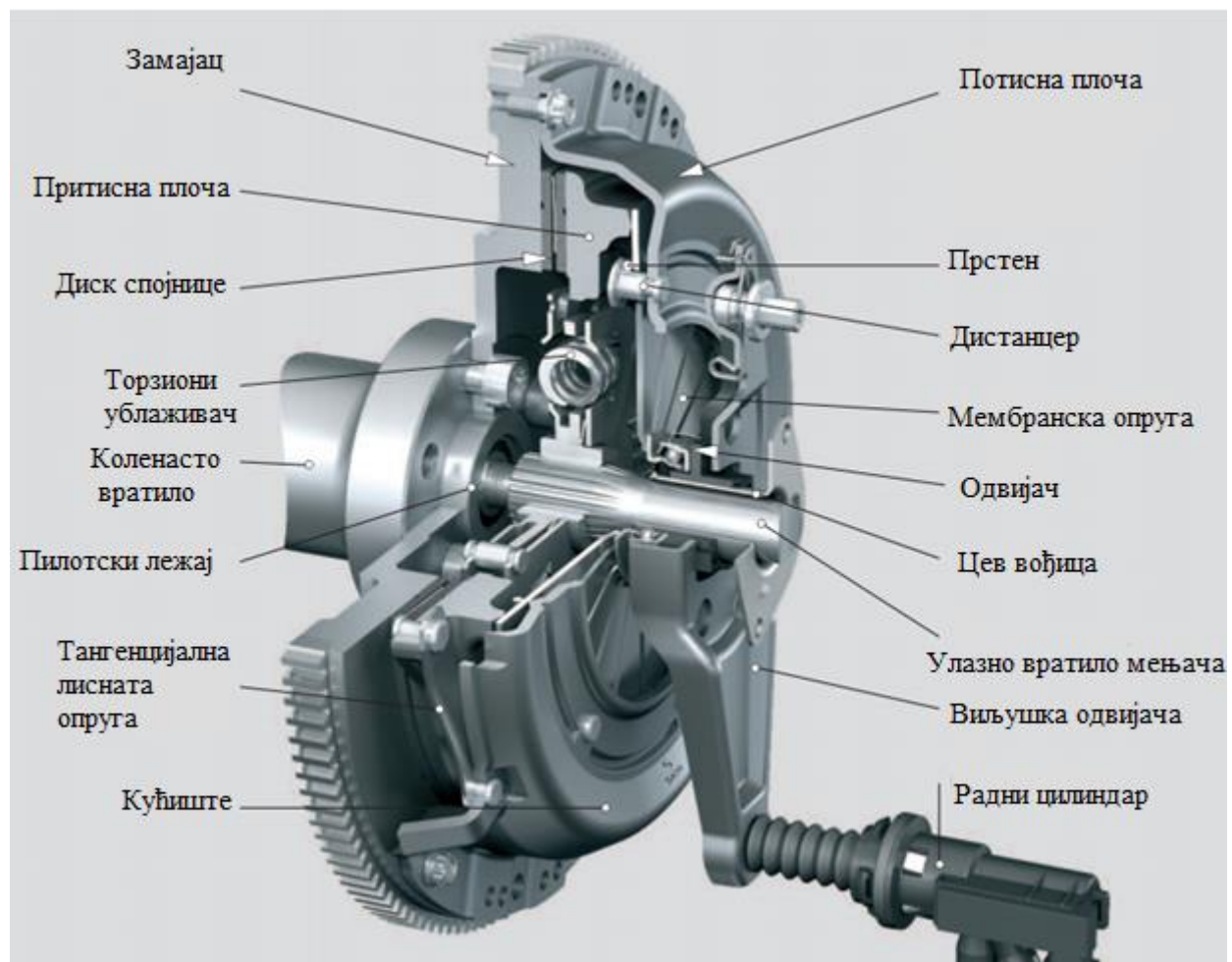
У циљу повећања радне способности, радне површине се облажу специјалним фрикционим материјалима који поседују велики коефицијент трења и високу вредност дозвољеног површинског притиска, који су отпорни на хабање и хемијско дејство мазива. Последица трења клизања је хабање фрикционих елемената и загревање [2].

Према начину преноса обртног момента спојнице се могу поделити на:

- фрикционе (са механичким трењем),
- хидродинамичке,
- електромагнетне и
- комбиноване.

Према начину командовања укључивањем, односно искључивањем спојнице постоји следећа подела:

- командовање од стране возача (коришћењем енергије мишића или помоћу серво уређаја који раде коришћењем сабијене течности, подпритиска и електромагнетне енергије),
- аутоматско командовање које може бити у зависности од положаја педале акцелератора, у зависности од броја обртаја и оптерећења мотора и у зависности од померања полуге за промену степена преноса.



Слика 2.2. Спојница [3]

Комплетна спојница се, у принципу, састоји из следећих делова:

- обични замајац или замајац са две масе,
- диск спојнице,
- потисна плоча,
- одвајач.

2.1 Класификација фрикционих спојница

Класификација фрикционих спојница се може извршити у односу на различите параметре као што су: облик површине трења, услови рада, начин остварења нормалне силе између површина трења, положај при одсуству командног сигнала, начин управљања, број површина трења итд. Фрикционе спојнице као механички склопови преносе момент торзије на рачун сила трења на радним површинама и омогућавају укључивање у току рада без посебних мера предострожности. Оне имају особину да омогуће да се гоњено вратило доведе постепено из стања мировања до оне брзине обртања коју има погонско вратило; када би се укључивање вршило нагло, јаки удари обртних сила могли би проузроковати, због изненадних претераних напрезања, ломљење меких делова. Постепено укључивање постиже се трењем клизања спојних органа, и отуда назив спојнице са трењем или фрикционе спојнице.

2.2 Подела фрикционих преносника

Код фрикционих точкова обртање се преноси са једног вратила на друго само трењем и с тога ту може лако наступити међусобно клизање спрегнутих точкова. Ова околност, међутим, омогућава нарочито успешну примену фрикционих точкова тамо где прикључне машине треба заштитити од преоптерећења и удара.

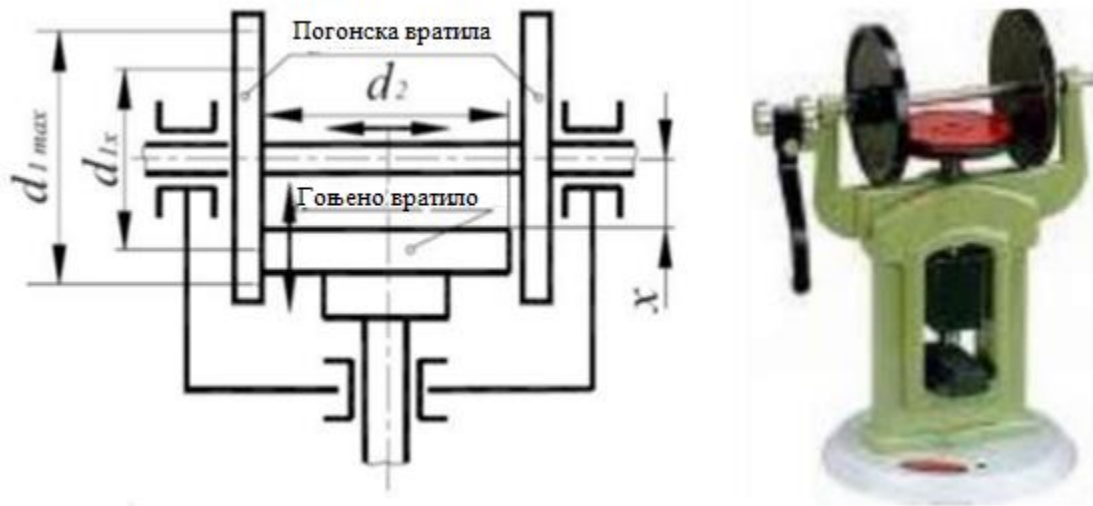
Према задатку који врши, разликују се фрикциони преносници:

1. са сталним преносним односом
2. са променљивим преносним односом,
3. преносници за неизменично обртање.

Фрикциони точкови са сталним преносним односом примењују се за пренос снаге при малим размацима вратила. Суштина фрикционог преноса састоји се у томе, што се овде, као последица притиска једног точка на други, јавља на додирној површини отпор трења услед ког се обртање преноси са предајног на пријемно вратило. При том, величина

ободне силе која се преноси зависи од величине притиска Q и не може бити већа од отпора трења.

Фрикциони преносници са могућношћу промене смера обртања (слика 2.3.) углавном се примењују на пресама за ковање, извлачење, штанцање итд.

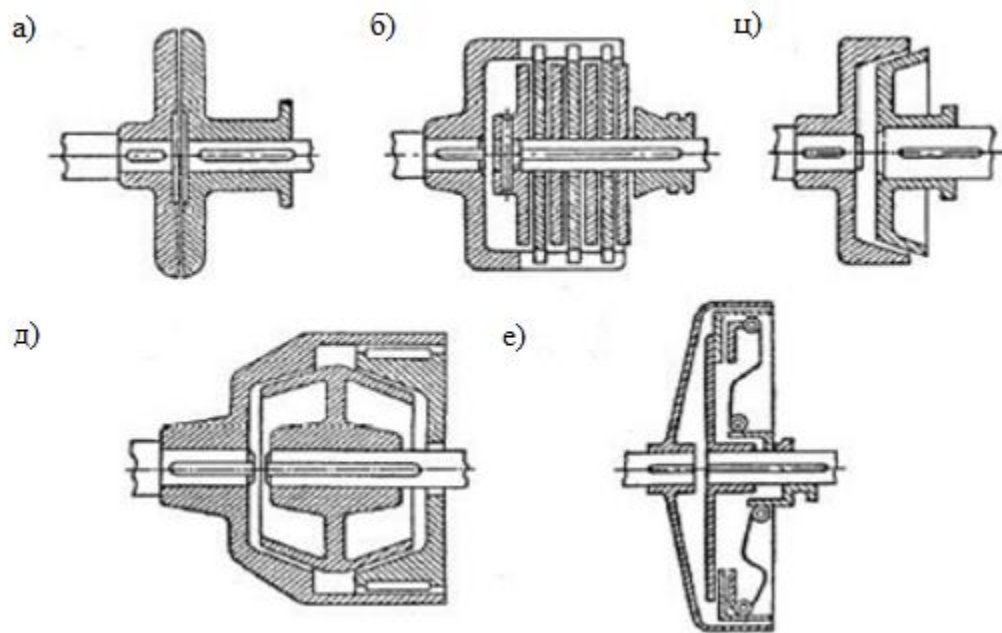


Слика 2.3. Фрикциони преносници са могућношћу промене смера обртања [4]

Погонски точкови друмских и шинских возила у спрези са површином пута, односно са шинама такође представљају једну варијанту фрикционог преносника.

3. ФРИКЦИОНЕ УКЉУЧНО-ИСКЉУЧНЕ СПОЈНИЦЕ

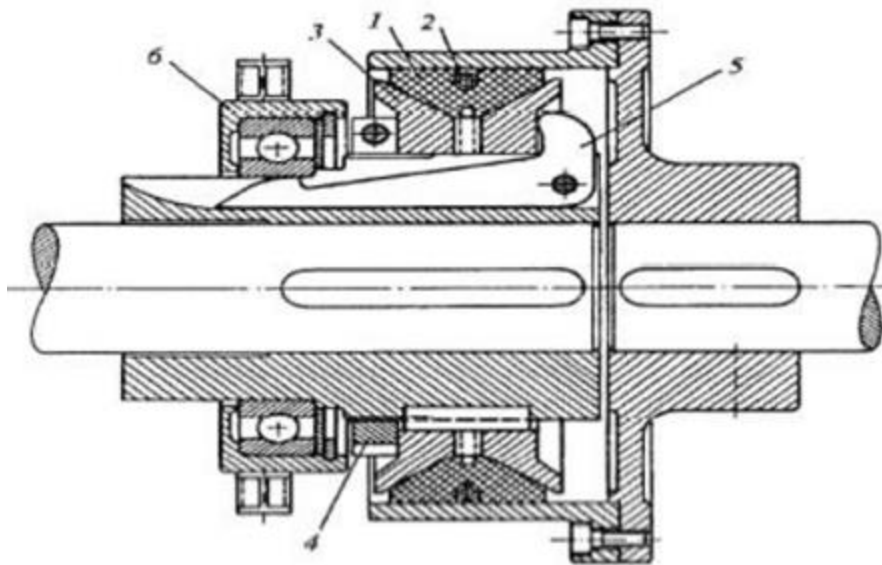
Фрикционе укључно-искључне спојнице дозвољавају да се укључивање и искључивање обави под оптерећењем при произвољној разлици угаоних брзина погонског и гоњеног вратила. Преносе обртни момент преко отпора клизању на додирним површинама обода спојнице. Ове спојнице могу да пренесу обртни момент само уколико између радних додирних површина делује нормална сила односно постоји одговарајући притисак. У току укључивања обртни момент се постепено повећава сагласно притиску додирних површина, при чему постоји знатна разлика угаоних брзина погонског и гоњеног дела спојнице, односно постоји проклизавање. На сликама 3.1. и 3.2. приказани су различити типови фрикционих спојница.



Слика 3.1. Шематски приказ фрикционих спојница

(а,б) са равним додирним површинама; (в,д) са конусним додирним површинама;

(е) са цилиндричним додирним површинама;

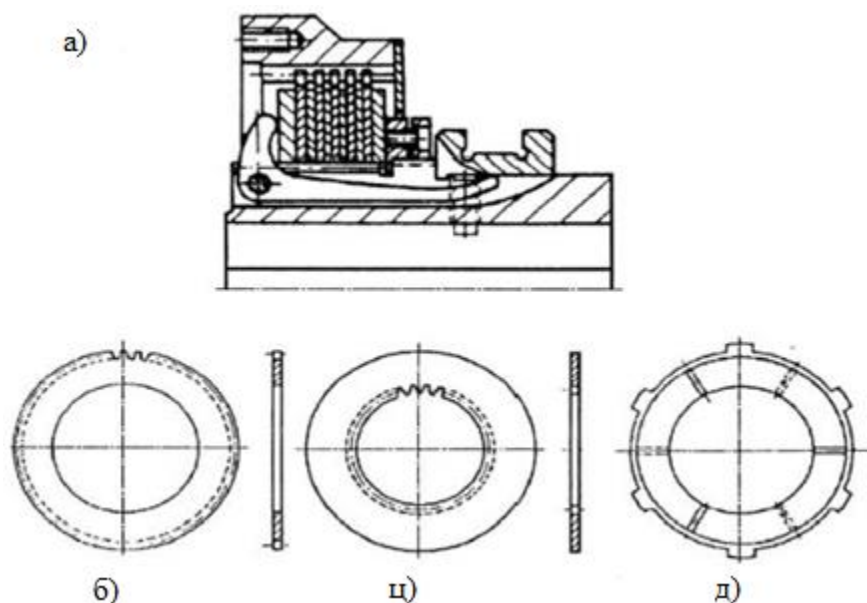


Слика 3.2. Фрикционе спојнице са механичким укључивањем и искључивањем[3]

Аксијални положај једног конусног диска (слика 3.2) подешава се преко навртке (4), док други под дејством угаоне полуге (5) може аксијално да се помера. Аксијалним померањем обујмице (6) удесно унутрашњи прстен кугличног лежаја делује на угаону полуку, која аксијално помера конусни прстен. Сегменти фрикционог прстена померају се радијално чиме се остварује одговарајући притисак између цилиндричне површине фрикционог прстена и обода спојнице повезане са другим вратилом. На тај начин спојница је укључена. Померањем обујмице (6) улево полуге се ослобађају и спојница се искључује раздвајањем цилиндричних површина. Фрикциони прстен је тако изведен да у току рада аутоматски одржава коаксијалност спојених вратила.

Постоје и конструкциона решења где се овакав тип фрикционе спојнице укључује хидрауличким или пнеуматским путем, најчешће без подмазивања додирних површина. Спојнице са фрикционим облогама имају широко подручје примене. Постављењем већег броја фрикционих облога једне иза друге, које су наизменично у вези са једном и са другом полутком спојнице, повећава се додирна површина и носивост спојнице сагласно броју фрикционих облога. Фрикционе облоге су прстенастог облика, а са полуткама спојнице спајају се жљебном везом. Предност спојница са фрикционим облогама огледа се у компактној конструкцији и повољној цени. Негативна страна ових спојница огледа се у брзом загревању у току рада. При празном ходу код ових спојница увек постоје извесни

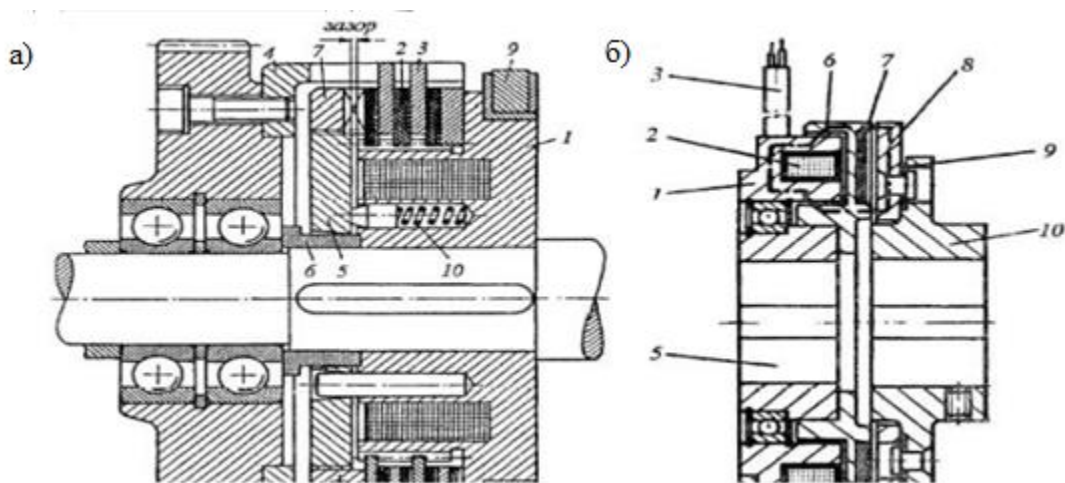
губици енергије због трења између фрикционих облога. Постоји велики број конструкционих решења спојнице са фрикционим облогама (слика 3.3). Код конструкционе варијанте фрикционе облоге су постављене између два диска прстенастог облика од којих је један аксијално фиксиран, а други под дејством угаоне полуге може аксијално да се помера. На тај начин остварује се одговарајући притисак између фрикционих облога и спојница се укључује. Обод полутке спојнице са спољашњим фрикционим облогама везује се са другим вратилом или обртним елементом преко завртњева [7].



Слика 3.3. Шематски приказ спојнице са механичким укључивањем и искључивањем (а) и облици без фрикционих облога(б,ц) и са фрикционим облогама (д) [2]

3.1 Електромагнетне фрикционе спојнице

Код ових спојница потребна сила притиска између додирних површина остварује се помоћу електромагнета. Електромагнетна фрикциона спојница може бити изведена као трајно укључена и као трајно искључена. Код трајно укључене спојнице потребна сила притиска на додирним површинама остварује се преко опруга, а спојница се искључује преко електромагнета. Трајно искључена фрикциона спојница укључује се преко електромагнета, који обезбеђује потребну силу притиска измену додирних површина, а опруге код искључене спојнице раздвајају додирне површине. Трајно укључена спојница примењује се када је спојница у раду скоро стално укључена, а само се повремено искључује, или када у случају нестанка струје искључивање спојнице може довести до нежељених последица. Електромагнетне фрикционе спојнице могу бити изведене тако да електромагнетно поље обухвата радне додирне површине или да буде изван њих. Према начину довођења струје до електромагнета разликују се спојнице са клизним прстеновима (где се електромагнет у току рада окреће заједно са спојницом) и спојнице без клизних прстенова (где електромагнет мирује). Укључивање и искључивање фрикционих спојница помоћу електромагнета најчешће се примењује у пракси. Могуће је даљинско укључивање и искључивање спојница компактне конструкције, што је нарочито значајно код аутоматизације.



Слика 3.4. а) Електромагнетна фрикциона спојница са облогама и клизним прстеновима;
б) електромагнетна фрикциона спојница без клизних прстенова, са једним паром радних додирних површина.

На слици 3.4 а приказана је електромагнетна фриксиона спојница са фриксионим облогама и клизним прстеновима. Полутка спојнице са електромагнетом (1) везана је за погонско вратило и на њој се налази клизни прстен (9). Унутрашње фриксионе облоге (2) повезане су са полутком спојнице (1), а спољашње фриксионе облоге (3) са ободом (4), који је завртњевима повезан за зупчаник који се помоћу спојнице доводи у погон. Аксијално покретна вођица (5) постављена је на чауру (6) и носи подужно разрезану навртку (7). Навртка служи за подешавање зазора код фриксионих облога и фиксира се завртњем (8). При укључивању, електромагнетна вођица (5) се аксијално помера и преко навртке (7) остварује одговарајући притисак између додирних површина фриксионих облога, чиме је спојница укључена. Искључивањем електричне струје, опруга (10) враћа вођицу (5) у првобитни положај, чиме је спојница искључена. Фриксионе облоге се израђују од армираних полимерних материјала типа “kevlar” или од стаклених влакана за рад са сувим и подмазаним додирним површинама. Код електромагнетне спојнице без клизних прстенова (слика 3.4 б) део спојнице са електромагнетом (1) је на главчину спојнице (5) ослоњен преко котрљајних лежајева и преко држача (4) фиксиран, тако да се не окреће. Ротор (6) чврсто је везан са главчином (5) и има две магнетне међусобно изолиране површине између којих се налази фриксиона облога (7). Веза између сидра (8) и главчине спојнице (10) остварена је преко челичне мембране (9), која је по обиму наизменично нитнама везана за облогу и главчину. При укључивању спојнице у електромагнет се преко прикључног кабла (3) доводи једносмерна струја, тако да он привлачи сидро (8) и остварује одговарајући притисак између радних додирних површина. Искључивањем струје мембрана раздваја сидро (8) од фриксионих облога (7), чиме је спојница искључена. Спојница може да преноси обртни момент у оба смера [7].

3.2 Конструкција и функција фрикционих спојница

Због вибрација, притисних и центрифугалних сила, због загревања услед трења, спојница се убраја у делове система за пренос снаге са највећим оптерећењем. Величина и тежина би међутим при томе требало да буду што мањи. Конструкциона изведба спојнице и силе притиска поред осталих критеријума у великој мери зависи од максималног момента мотора и од енергије трења. Што је сила притиска већа, то би пречник и тежина спојнице требало да буду мањи. При томе се величина мора прилагодити топлоти и хабању [3].

Средњи полупречник r_m фрикционог диска спојнице је:

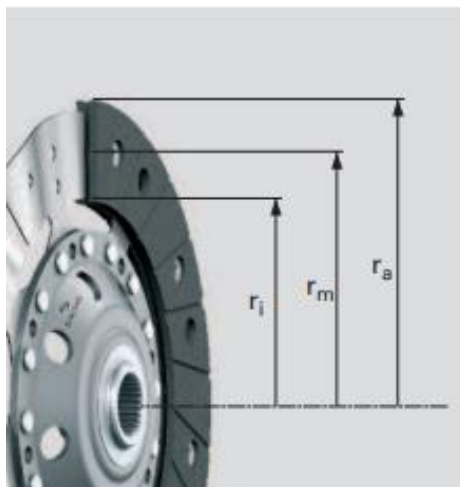
$$r_m = \frac{2}{3} \times \frac{r_a^3 - r_i^3}{r_a^2 - r_i^2} [m] \quad (3.1)$$

где су:

r_m – средњи полупречник (m)

r_a – спољни полупречник фрикционих облога (m)

r_i – унутрашњи полупречник фрикционих облога (m)



Слика 3.5. Средњи полупречник спојнице

Спојница мора, у зависности од примене, да преноси максимални обртни момент мотора M_{mot} са $1,1 \div 1,6$ са степеном сигурношћу “S” ако је M_k преносни момент инерције.

$$M_k = M_{mot} \times S \text{ [Nm]} \quad (3.2)$$

Преносни обртни момент спојнице израчунава се на следећи начин:

$$M_k = F \times r_m \times \mu \times z \text{ [Nm]} \quad (3.3)$$

где су:

F - сила притиска потисне плоче [N]

r_m – средњи фрикциони полупречник [m]

μ - коефицијент трења: 0,25 органске облоге и 0,40 анорганске облоге

z - број површина налегања (1 диск $z = 2$)

3.3. Потисне плоче

Потисне плоче преносе момент мотора преко диска спојнице на улазно вратило мењача. За путничка и привредна возила најчешће се користе спојнице са тањирастом опругом типа М и типа МЗ.

3.3.1. Спојница са тањирастом опругом, тип М

Спојница с тањирастом опругом изузетно је отпорна на високе бројеве обртаја и уз врло малу уградну висину нуди највећу могућу силу притиска уз истовремену ниску силу

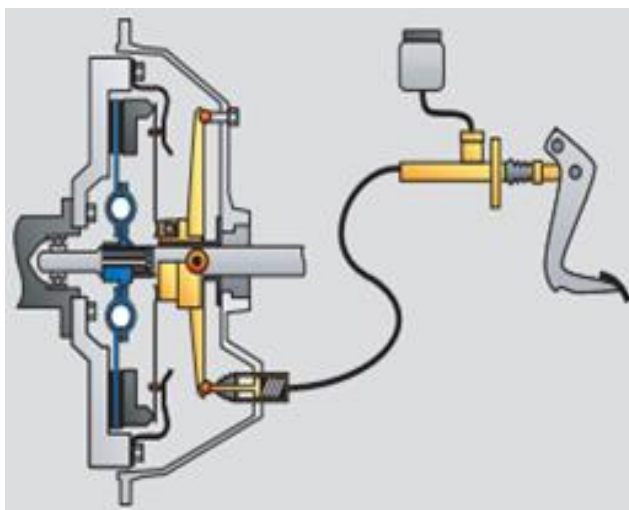
искључивања. Силу притиска потребну за пренос обртног момента ствара тањираста опруга. Притом одвајач директно протискује централне завршетке тањирасте опруге [3].



Слика 3.6. Спојница са тањирастом опругом, тип М

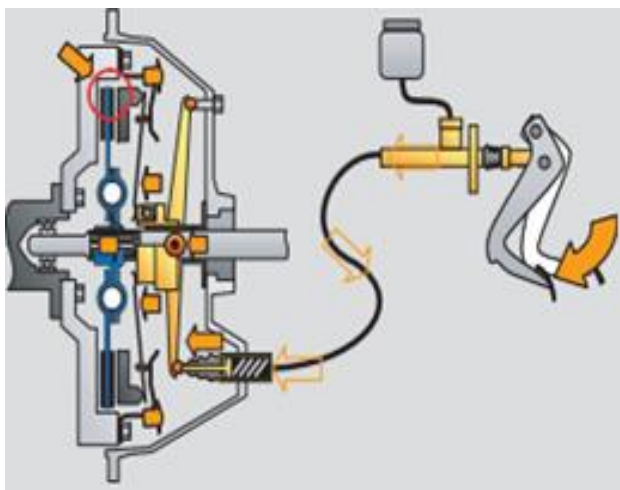
Тањираста опруга је на кућишта, која су израђена дубоким извлачењем, причвршћена дистанцерима са два жичана прстена, а код посебних облика кућишта за причвршћивање служи један прстен. Прстенови одређују круг преклапања тањирасте опруге. Притисну плочу на кућишту центрирају и држе тангенцијалне лиснате опруге. Те лиснате опруге служе као повратне опруге притисне плоче приликом одвајања спојнице.

Спојница прослеђује мењачу обртни момент који долази од мотора. Потисна плоча је завртњима причвршћена на замајац и на њега притиска диск спојнице, који се налази на зупчанику и преноси ротацију ка мењачу.



Слика 3.7. Притисна конструкција, успостављен механички спој

Систем за активирање притиска одвајач о завршетке тањирасте опруге и помера их. Лиснате опруге истовремено повлаче потисну плочу уназад све док се потисна плоча не одвоји од диска спојнице. Диск спојнице се тада ослобађа и постаје покретљив и степен преноса се може променити.



Слика 3.8. Потезна конструкција, растављен механички спој

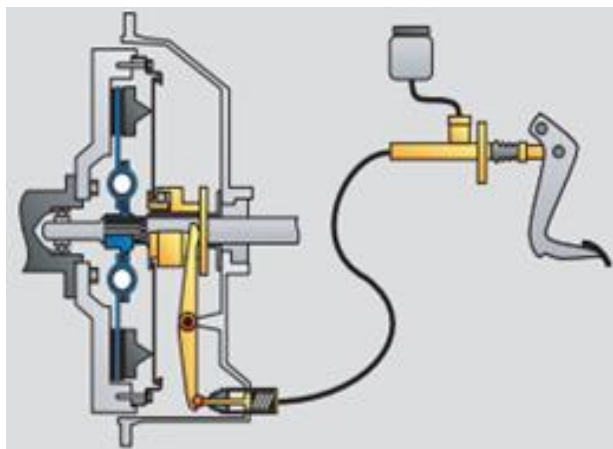
3.3.2. Спојница са тањирастом опругом, тип МЗ

МЗ спојница је равна. Тањираста опруга се преко спољног пречника подупире о кућиште и изнутра притиска на притисну плочу. Одвајач је уметнут у завршетке тањирасте опруге. Силе искључења су чак и при високој сили притиска релативно ниске, будући да су односи полуга повољнији него код потисне конструкције. МЗ спојнице се ради повишења преносног обртног момента израђују и у верзији са два диска.



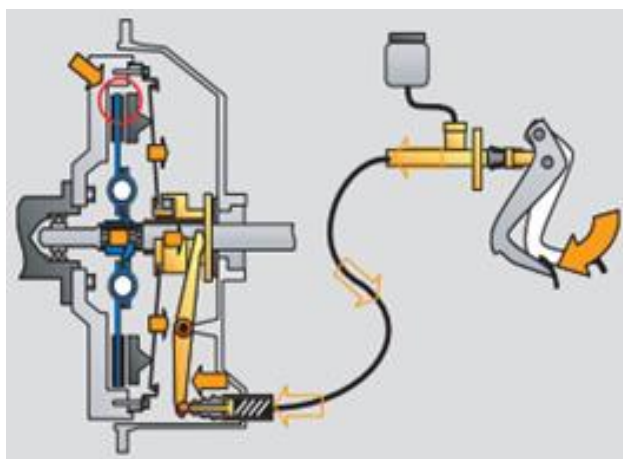
Слика 3.9. Спојница с тањирастом опругом, тип МЗ

Код спојница са тањирастом опругом типа МЗ, одвајач је фиксиран у унутрашњем пречнику завршетака тањирасте опруге. Тањираста опруга се преко спољашњег пречника ослања на кућиште, а изнутра притиска на притисну плочу и диск спојнице о замајац.



Слика 3.10. Притисна конструкција, успостављен механички спој

Одвајач се приликом одвајања повлачи у смеру мењача (слика 3.11) и притом повлачи завршетке тањирасте опруге за собом. Тангенцијалне лиснате опруге подижу растерећену потисну плочу од облога диска спојнице. Диск се тиме ослобађа и степен преноса се може променити.



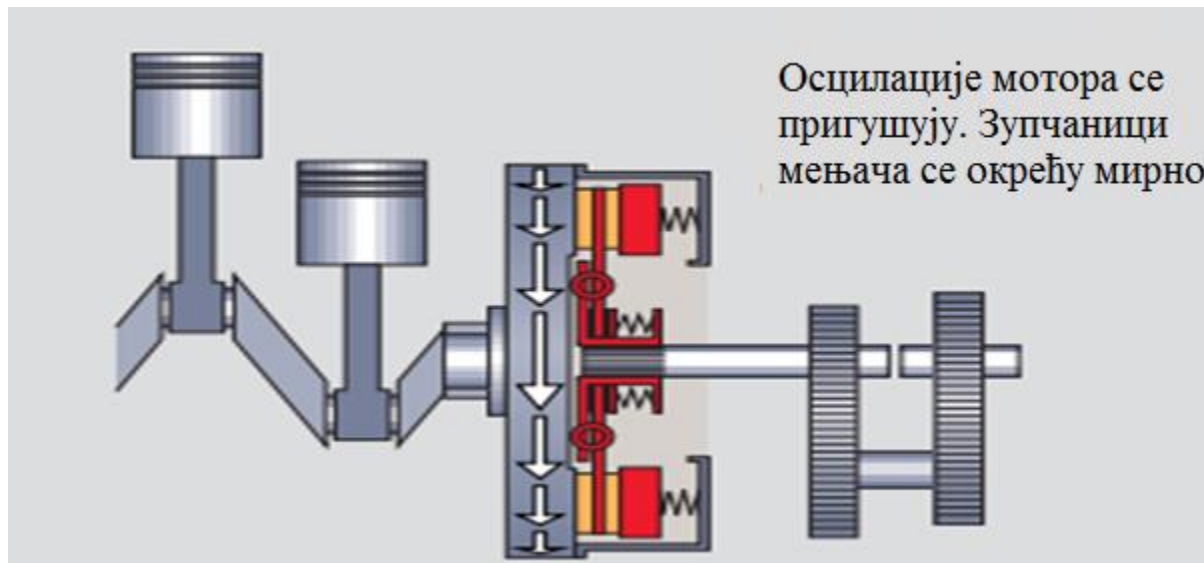
Слика 3.11. Потезна конструкција, растављен механички спој

3.4. Дискови спојница

Дискови спојница су подвргнути великом оптерећењу и код компактних конструкција представљају врло захтевне делове. Састоје се од торзионог ублаживача, облоге и опруге облога. Они поред преноса обртног момента преузимају и додатне задатке као што су ублажавање торзионих осцилација, осигурање удобног коришћења и велика отпорност на високе температуре.

3.4.1. Торзиони ублаживач

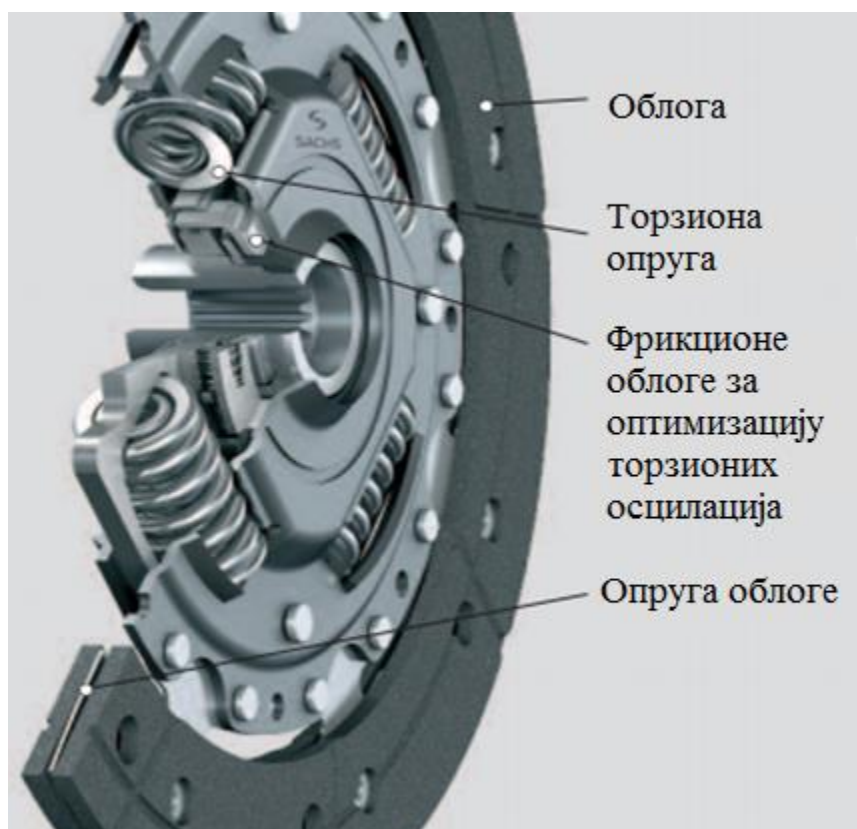
Неравномерности при ротацији мотора изазване паљењем преносе се током вожње и празног хода педале на систем за пренос снаге и доводе до осцилација правећи притом буку на мењачу и каросерији. Торзионим ублаживачем се у великој мери сузбијају осцилације мотора и на тај начин се смањује бука коју производи мењач. Овај систем ублажавања осцилација састоји се од једног фрикционог склопа и по једног комплекта опруга за вожњу и празан ход педале. Завојне опруге омогућавају ограничено заокретање између коленастог вратила и улазног вратила мењача [3].



Слика 3.12. Торзиони ублаживач

3.4.2. Облоге

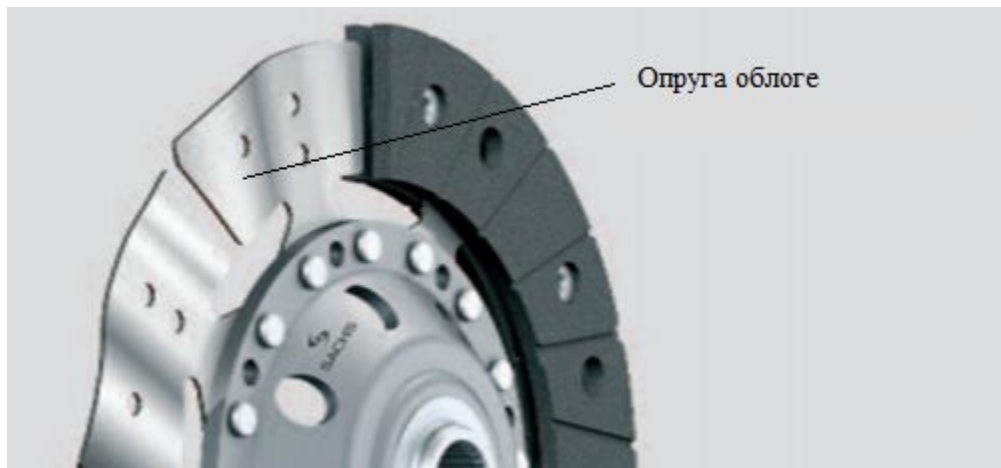
Облоге спојнице проклизавају у фази покретања. У интеракцији с опругама облога могуће је покретање без трзаја. Облоге су израђене од органских материјала. Стаклена влакна су заједно са бакарном и месинганом жицом обмотана мешавином смоле, каучука и материјала за испуњавање. Модерне спојнице обично користе сложене органске смоле са бакарном жицом или керамичким материјалом. Типични коефицијент трења који делује на површини диска трења је 0,35 за органске и 0,25 за керамику. Керамички материјали се обично користе код транспортних машина као што су камиони са великим оптерећењима или код тркачких аутомобила. Иако имају већу масу керамички материјали повећавају замајац и хабање плочице. Облоге се од почетка 90-их година производе у складу са принципима очувања околине и не садрже тешке метале као што су олово и азбест. Органске облоге краткотрајно могу издржати температуре до приближно 400°C. Много више се оптерећују анорганске синтер облоге.



Слика 3.13. Облоге

3.4.3. Опруге облога

Опруге облога побољшавају удобност при вожњи и гарантују равномеран захват облога. Опруге облога су таласасти сегменти лимених опруга са ходом од око 1 mm које су на страни мењача спојене нитнама на тело диска спојнице.



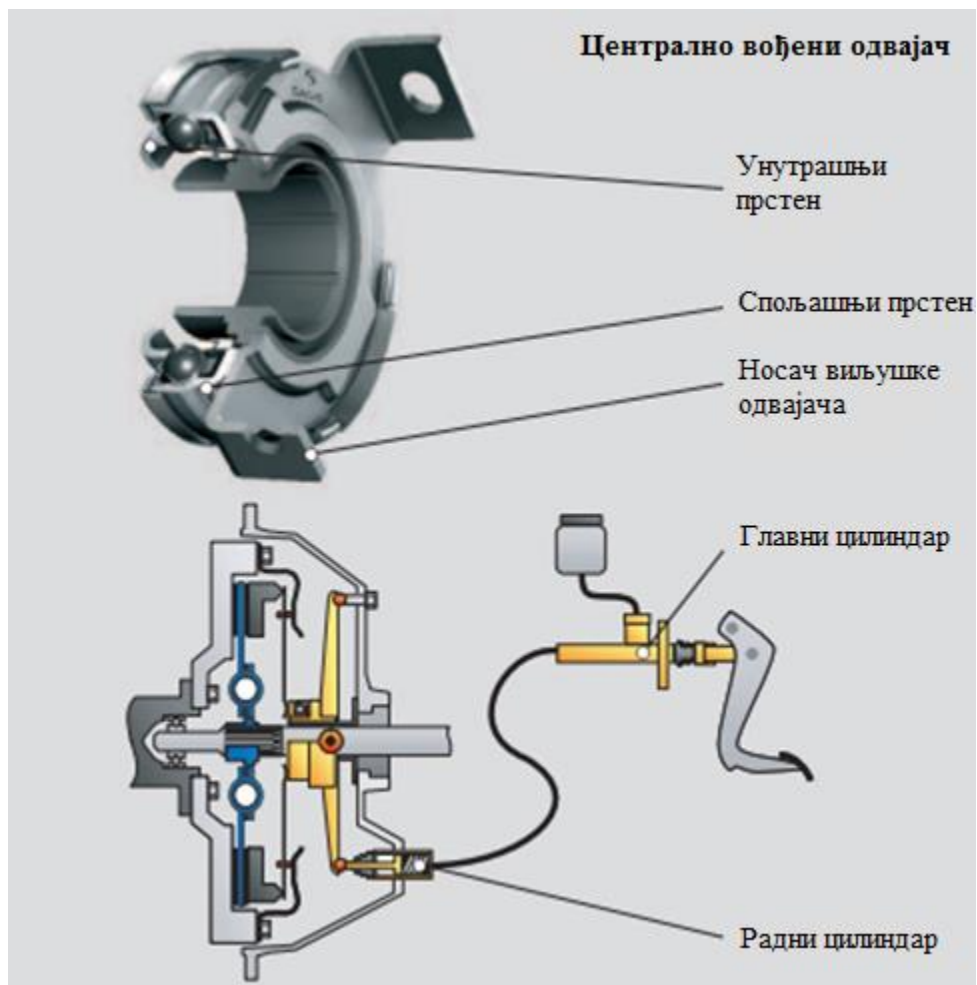
Слика 3.14. Опруге облога

3.4.4. Одвајач

Одвајач је преносник између ротирајуће спојнице и мирујућег система за активирање. Он је одговоран за сигуран рад спојнице.

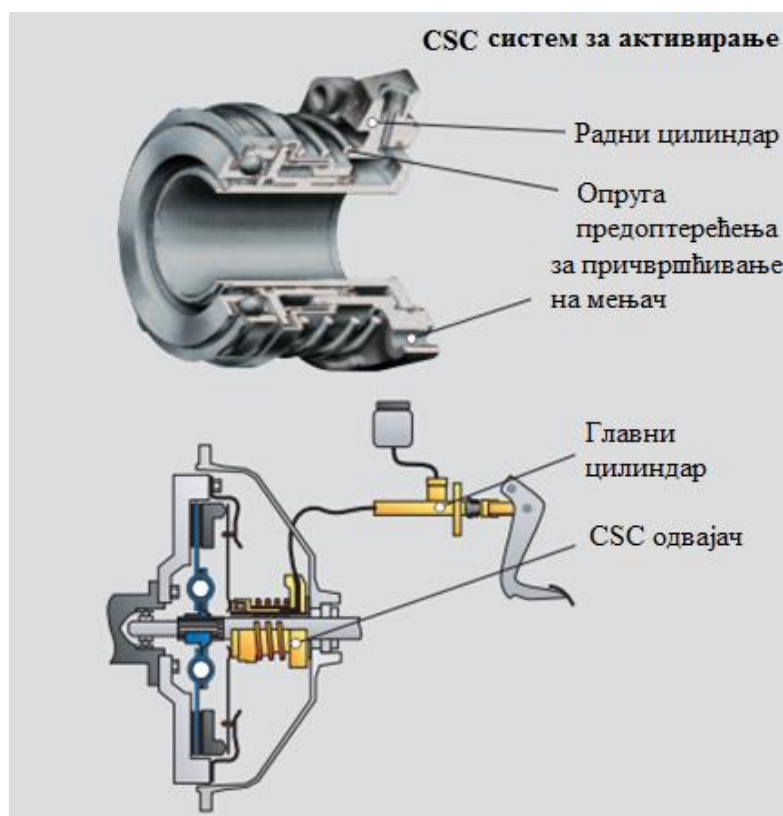
Спојница са тањирастом опругом је намештена без зазора, а то значи да се одвајач окреће заједно са ротирајућом спојницом. Предоптерећење које ствара систем за активирање брине о томе да се спојница и покретачки прстен одвајача обрћу истом брзином. Разлике у бројевима обртаја довеле би до стварања буке и појачаног хабања. ако би се изједначила толеранција између тањирасте опруге и радне површине лежаја одвајача, одвајачи су конструисани као централно вођени одвајачи (покретљиви за око 1.5 mm).

Они се током првих активирања спојнице аутоматски центрирају у односу на завршетке тањирасте опруге. Ради смањења тежине, кућишта одвајача се све чешће израђују од пластике [3].



Слика 3.15. Централно вођени одвајач (конвенционално активирање)

Када простор за уградњу није довољан за конвенционално активирање спојнице онда се могу уградити CSC одвајачи (слика 3.16). Ови одвајачи поседују уграђени радни цилиндар. Тиме се губи потреба за виљушком између одвајача и радног цилиндра као и за одговарајућим лежиштима. Монтажа се обавља директно на мењачу.



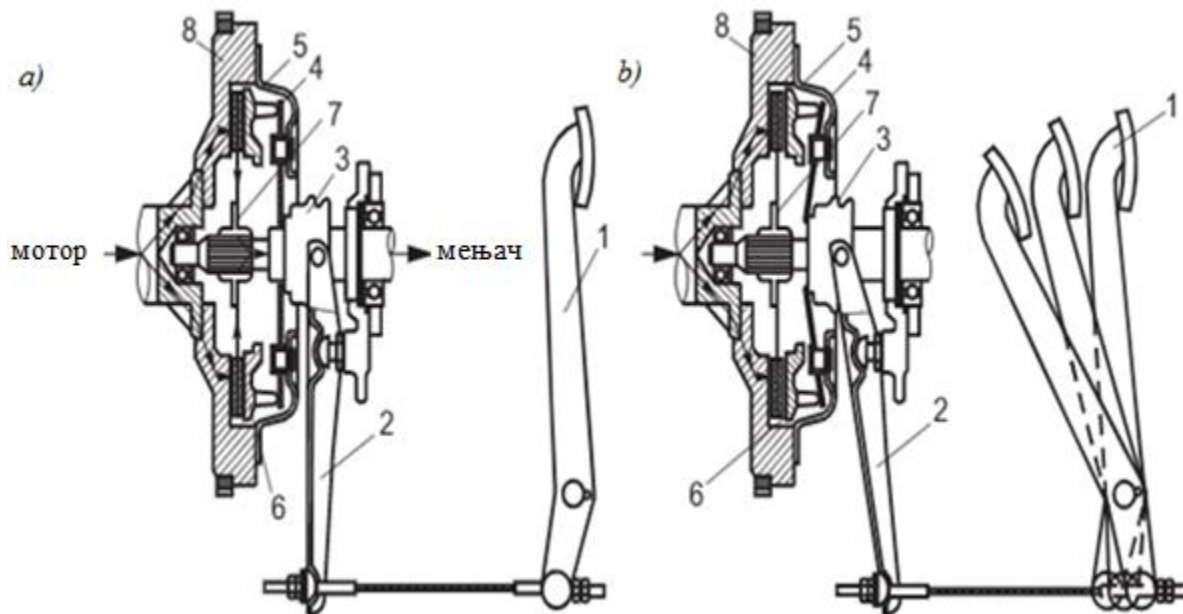
Слика 3.16. Одвајач са уграђеним радним цилиндром (CSC)

3.5. Механизми за активирање фрикционе спојнице

Ако се погонски делови спојнице споје са гоњеним деловима, тада се остварује пренос обртног момента од мотора ка мењачу. Равномерност укључивања постиже се проклизавањем површина погонских и гоњених делова спојнице, када постепено долази до остваривања контакта између њих. Трење између погонских и гоњених елемената спојнице мора бити такво да омогућава пренос обртног момента, што условљава величина фрикционих површина и коефицијент трења, те према томе и одговарајући фрикциони материјал.

Механизам за укључивање и искључивање спојнице састоји се од: педале спојнице, искључивача са потисним лежајем и три или четири двокраке полуге на којима се налазе завртњи за подешавање зазора између тих полуга и потисног лежаја. На сликама 3.17 а и

3.17 б дат је шематски приказ рада ламеласте спојнице. На овима сликама дате су упрошћене шеме спојница са једном фрикцијом облогом како би се могао боље разумети рад спојнице [4].

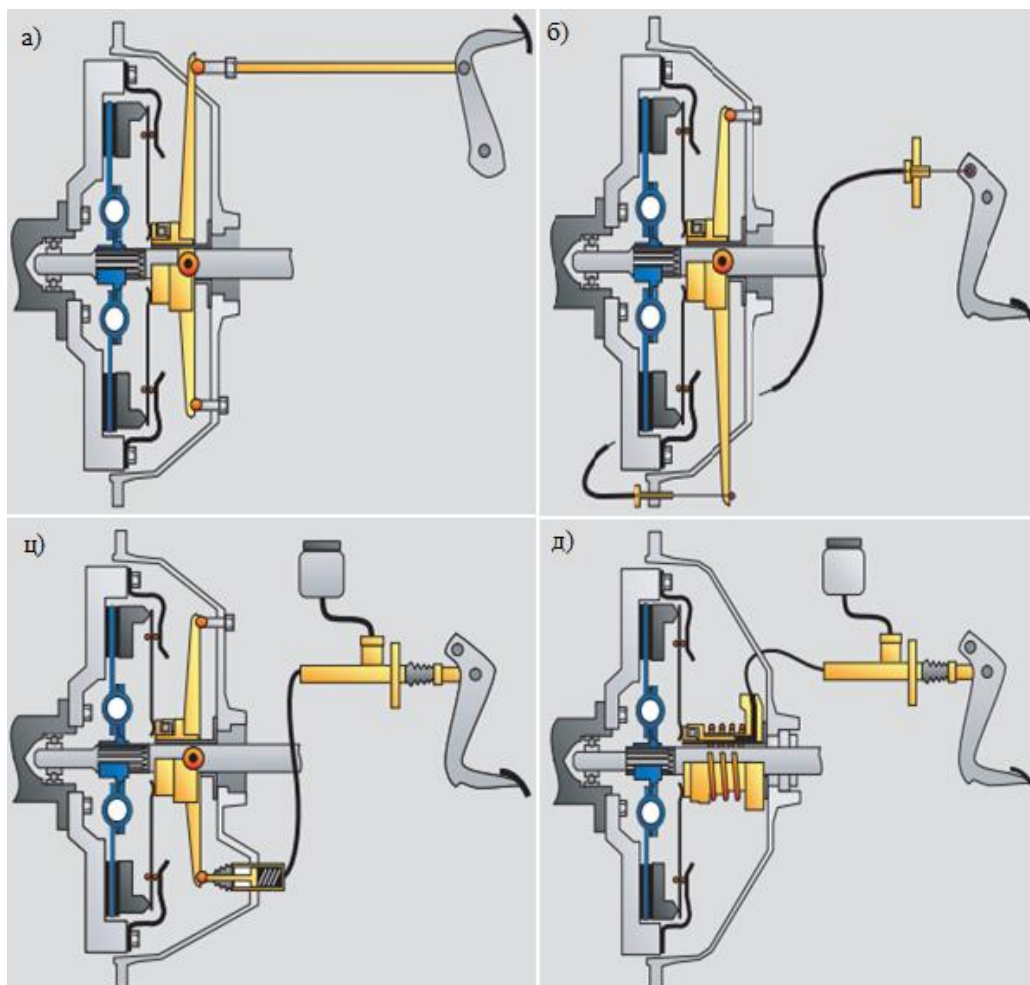


Слика 3.17. Шематски приказ а) укључене спојнице б) искључене спојнице
(1 - папучица 2 - искључна виљушка; 3 - потисно лежиште; 4 - жабица (потисна опруга); 5 - звоно спојнице; 6 - потисна плоча; 7 - диск спојнице; 8 – замајац)

Замајац мотора је са своје унутрашње стране глатко обрађен и служи као површина за налагање средишње плоче са облогама. Фрикциона облога је преносни елемент спојнице. Спојно вратило је са једне стране ослоњено у лежишту које се налази у кућишту мењача, а са друге стране у лежишту (клизном или кугличном), које се налази у замајцу. Иза облоге се налази потисна плоча коју потискују опруге, које су ослоњене са једне стране на потисну плочу а са друге на кућиште спојнице. Притиском ових опруга остварује се притисак потисне плоче на фрикцијну облогу, а фрикционе облоге на замајац, те се на тај начин врши пренос обртног момента. У току вожње постоји сталан притисак потисне плоче на фрикцијну облогу, тј. спојница је стално укључена.

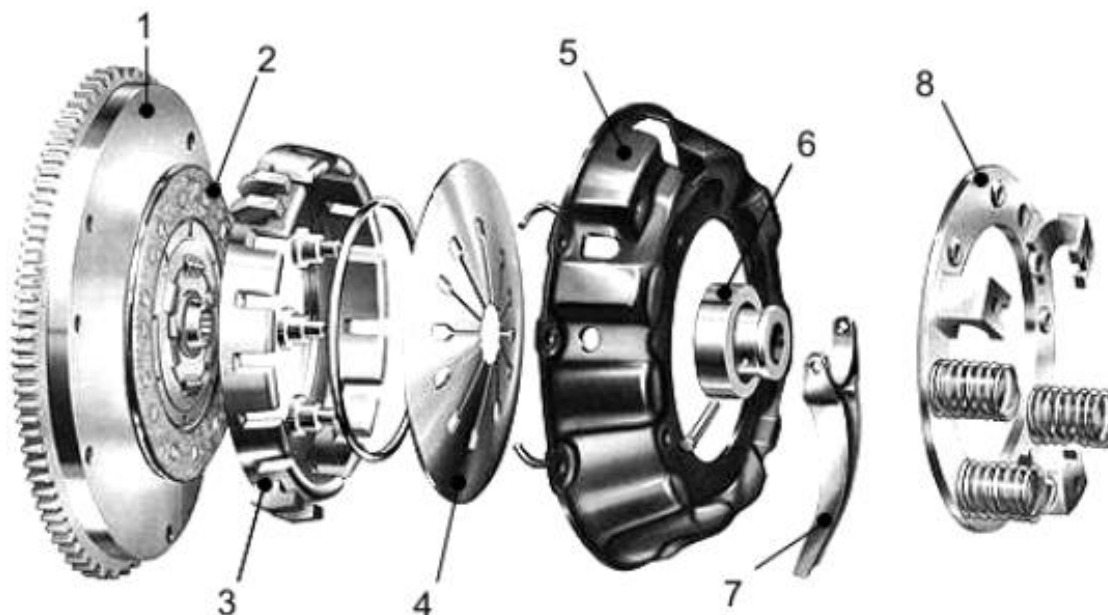
Притиском ноге на папучицу одвајача (1) преко искључне виљушке (2) потискује се аксијално потисно лежиште (3). Исто делује на жабице спојнице (4) које имају улогу полуге улежиштене у звоно квачила (5). Квачило се обично реализује са по 3 жабице распоређене по обиму. Жабица квачила је својим другим крајем повезана са потисном

плочом (6) коју у процесу искључивања повлачи, савлађујући силу у потисним опругама, и на тај начин се ослобађају фрикционе површине од оптерећења. Пуштањем папучице одвајача аксијална сила потисних опруга потискује потисну плочу (6) па је трансмисија поновно повезана са погонским агрегатом. У овој фази долази до релативног клизања између диска с једне, и замајца и потисне плоче са друге стране, при чему рад трења прелази у топлоту загревајући све компоненте спојнице. Када вредност обртних момената у спојници прелази вредност максималног момента трења (тзв. момент ношења), у површинама трења долази до клизања иако командни механизам није активиран. На тај начин спојница извршава свој други, секундарни задатак - осигурање мотора и преносника снаге од преоптерећења [6]. На сликама 3.18 а, 3.18 б, 3.18 ц и 3.18 д приказани су типови активирања спојница [3].



Слика 3.18. Активирање спојнице: а) полугама б) сајлом ц) помоћу класичне хидраулике д) помоћу хидраулике са концентричним радним цилиндром

На слици 3.19. приказан је поглед на главне делове уобичајене конструкције суве фрикционе спојнице за аутомобиле. За ову конструкцију примењена је тањираста опруга (4) као потисна опруга. У десном делу приказана је и варијанта потисне плоче (8) са спиралним опругама [4].

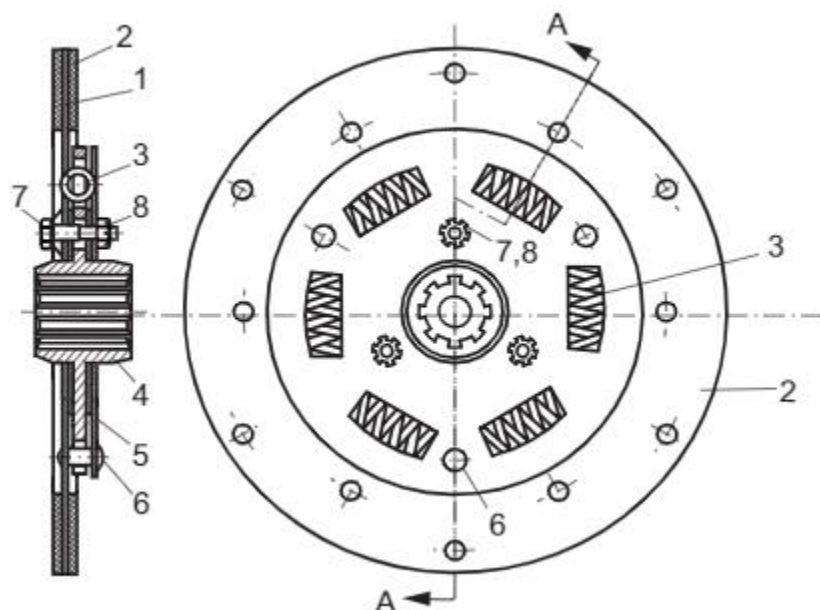


Слика 3.19. Једнодискосна спојница са притисном тањирастом опругом

(1 - замајац, 2 - ламела спојнице, 3 - потисна плоча, 4 - потисна опруга (тањираста), 5 - поклопац спојнице, 6 - потисни лежај, 7 - искључна виљушка, 8 - потисна плоча са спиралним опругама)

Ламеласте (фрикционе) спојнице су обично такве конструкције да су стално укључене, а искључују се углавном при стартовању хладног мотора, потпуном заустављању возила и када се врши промена степена преноса у мењачу. С обзиром на то да се захтева, да захват спојнице буде што еластичнији (равномерно укључивање), а фрикциона облога је тај елемент који треба остварити ту еластичност. Фрикциони дискови могу да се изводе, као еластични и крути, с торзионим пригушивачима и без њих.

Фрикционе облоге еластичних дискова везују се за главчину диска преко еластичних сегмената (слика 3.20.), који обезбеђују равномерни пренос притиска по целој фрикционој површини.



Пресек А-А

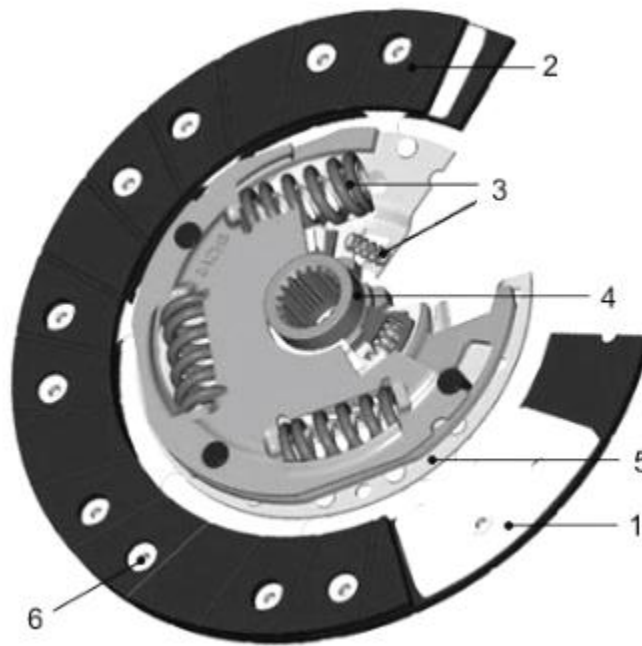
Слика 3.20. Фрикциона облога спојнице

(1 - плоча (носећи лимови), 2 - фрикциона облога, 3 - торзиони амортизер, 4 - главчина, 5 - плоча торзионог амортизера, 6 - нитне, 7- вијак, 8- навртка)

Фрикциона облога са главчином (4) преко клизача клизи на мењачком вратилу. Преко потисне плоче се потискује до фрикционе површине на замајцу мотора. Фрикциона облога, као најважнији елемент спојнице, која се преко нитни (6) веже са носећом плочом (1), ради се од

- органских фрикционих материјала и
- синтерованих металних фрикционих материјала, и то синтер бронзе (на бази бакра) или синтера на бази гвожђа.

Органски фрикциони материјали имају коефицијент трења $0,3 \div 0,4$ а специфични притисак трења $0,1 \div 0,2 \text{ N/mm}^2$, а код синтерованих металних фрикционих материјала коефицијент трења $0,25 \div 0,6$ а специфични притисак трења $0,5 \div 0,9 \text{ N/mm}^2$. Поред тога што облога на себи има уграђене торзионе амортизере (слика 3.21), врло је важно да фрикциона облога има и тзв. аксијалну еластичност која јој помаже да оствари „мекано“ укључивање.



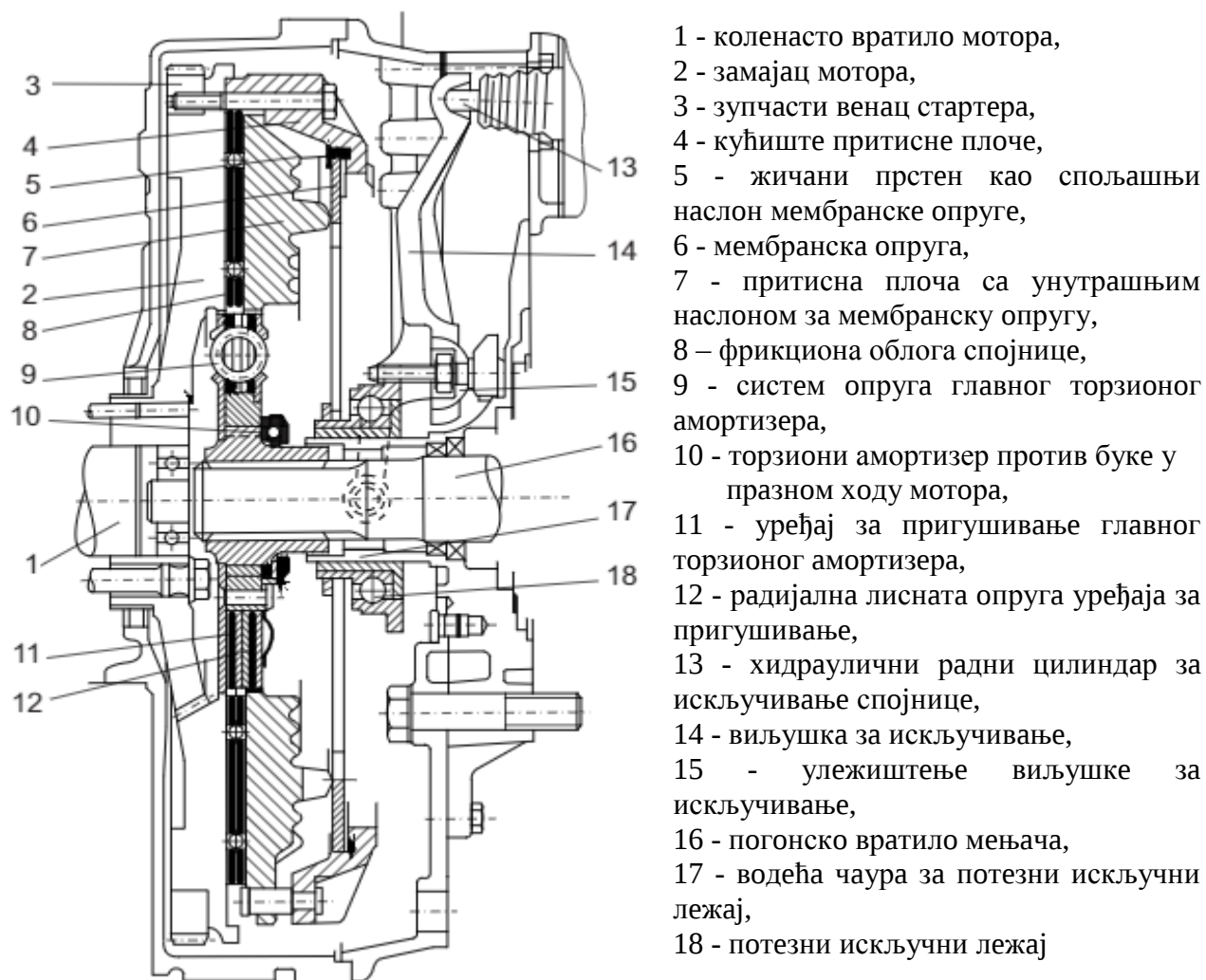
Слика 3.21. Делимични пресек фрикционе облоге

(1 - носећи лим (плоча), 2 - облога, 3 - опруге торзионог амортизера, 4 - главчина
5 – плоча торзионог амортизера, 6 – нитна)

Облик носећег лима који на спољашњем делу где се налази фрикциона облога, има повијене лимове обезбеђује аксијалну еластичност. Носећи лим има елементе опружног лима са одређеним угибом, тако да се укључивањем спојнице омогућава аксијално померање фрикционих облога реда величине $0,4 \div 1,5 \text{ mm}$, чиме се, такође, обезбеђује „мекано“ укључивање спојнице [7].

Моторна возила са високим обртним моментима и са великим бројевима обртаја захтевају и релативно велике габарите фрикционих спојница. То је чест случај и код тешких возила,

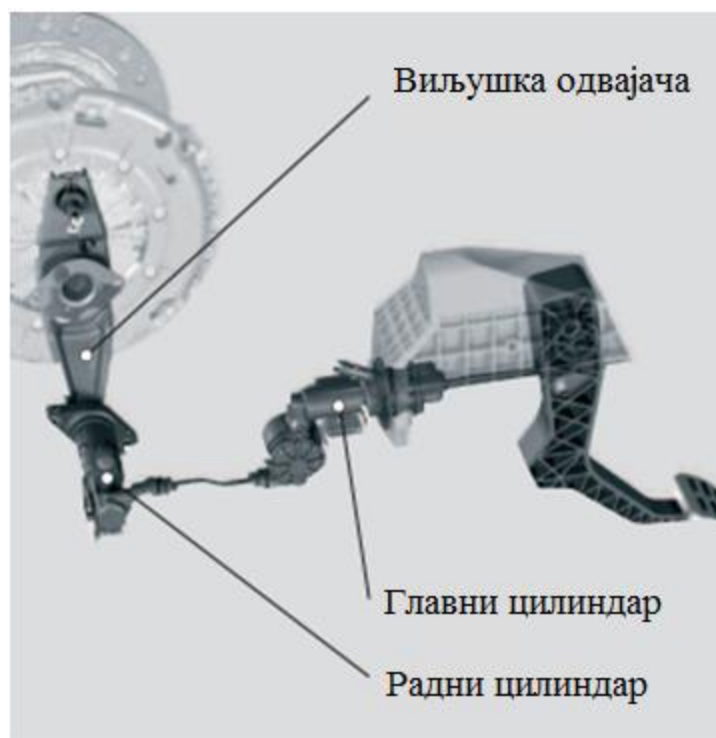
где се преносе високи обртни моменти са мотора на мењач. Конструкцијски изглед комплетне једноламелне фриксионе спојнице приказан је на слици 3.22 где се виде сви витални елементи [4].



Слика 3.22. Једноламелна фриксиона спојница

3.5.1. Конвенционално активирање

Систем за активирање преноси притисак с педале спојнице на потисну плочу спојнице, како би се прекинуо спој између мотора и мењача. Овај систем (слика 3.23) је подељен на подручја хидраулике и механике. Хидраулика обухвата главни цилиндар са спојем до резервоара кочионе течности, вод под притиском и радни цилиндар, који је причвршћен директно на кућиште мењача. Механика, чији су саставни делови виљушка одвајача и одвајач, налази се унутар звона спојнице. Притисак на педалу спојнице преноси се преко радног и главног цилиндра као и преко виљушке одвајача и одвајача на спојницу [3].



Слика 3.23. Мануелно управљање системом

3.6. Двострука спојница са тањирастом опругом

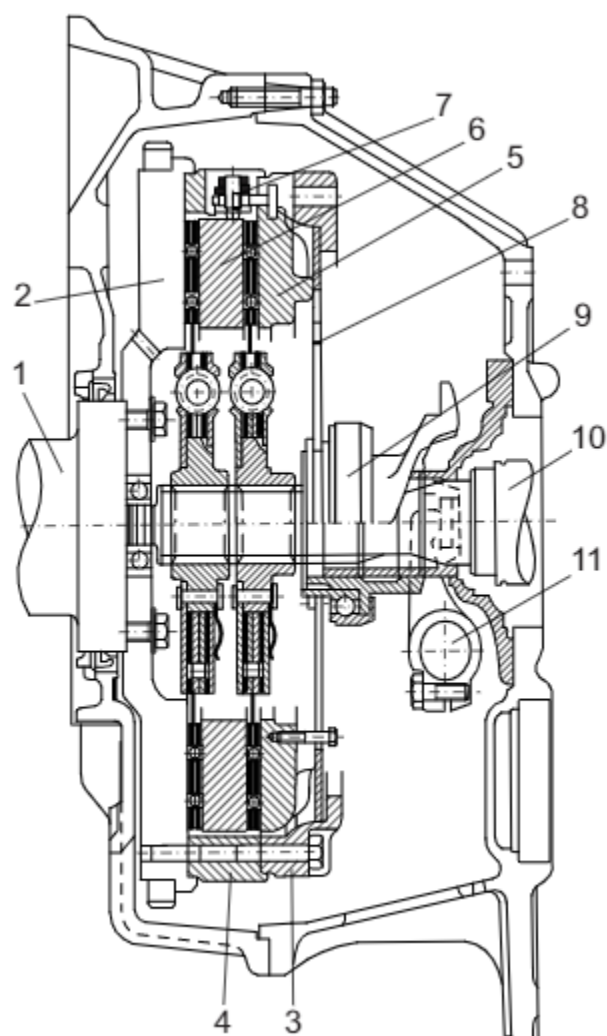
Снажни мотори са високим бројем обртаја као и спортски начин вожње захтевају већу сигурност преноса и топлотног капацитета спојнице. Будући да се полупречник површине налегања због ограниченог уградног простора не може повећавати у недоглед, примену налазе спојнице с више дискова(слика 3.24) [3].



Слика 3.24. Двострука спојница са тањирастом опругом

Умножавањем броја површина налегања (слика 3.25) повећавају се обртни момент и топлотни капацитет спојнице уз оптимално искоришћавање расположивог уградног простора. Притом дискови спојнице, чија је инерција сведена на минимум, доприносе очувању синхронизације мењача. Завојне опруге уграђене у одстојни диск и притисну плочу преузимају задатак тангенцијалне лиснате опруге. Оне служе за ход оба диска. Предности овог система су висока сигурност преноса, велике површине за апсорпцију и

одвод топлоте, побољшана способност промене степена преноса захваљујући мањем моменту инерције масе, компактни уградни простор [4].



- 1 – коленасто вратило мотора,
- 2 - замајац мотора,
- 3 – кућиште притисне плоче са спољашњим
жичаним прстеном за наклон
- мембранске опруге,
- 4 - међупрстен кућишта,
- 5 - притисна плоча са унутрашњим
наслоном за мембранску опругу,
- 6 - међуплоча,
- 7 - уређај за обезбеђење средњег положаја
међуплоче,
- 8 - мембранска опруга,
- 9 - потезни искључни лежај,
- 10 - погонско вратило мењача,
- 11 - вратило за искључивање са виљушком
за искључивање

Слика 3.25. Шематски приказ двоструке ламеласте спојнице

3.6.1. Основни параметри ламеласте фрикционе спојнице

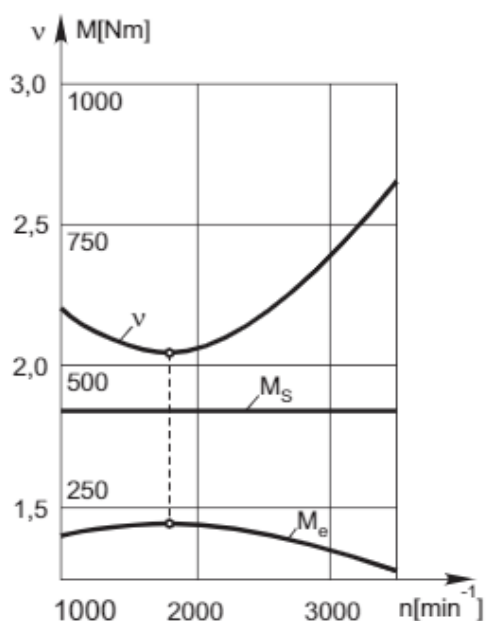
Приликом нормалног рада возила момент спојнице (M_s) мора бити већи од максималног обртног момента мотора (M_{emax}). Момент спојнице (3.4) је онај момент кога спојница може пренети без клизања. Рачуна се као

$$M_s = \nu M_{emax}, \quad (3.4)$$

где је:

ν - степен сигурности, и увек је већи од јединице.

Увек се тежи да је момент спојнице (M_s) приближно константан, а обзиром на карактер момента мотора $M_e = \Phi(n)$, степен сигурности је такође функција броја обртаја и има минималну вредност при максималном моменту мотора (M_{emax}). Величине M_s , M_{emax} и ν у функцији броја обртаја дате су на слици 3.26 [5].



Слика 3.26. Зависност обртних момената на спојници, као и степена сигурности спојнице од броја обртаја мотора

Са друге стране, момент спојнице (M_s) може се одредити на основу анализе рада фрикционе облоге, чије су основне димензије дате на слици 3.26. Једноставном анализом може се доћи до закључка да је момент спојнице:

$$M_s = \mu F z r_{sr} = \mu F z r \frac{R+r}{2} \quad (3.5)$$

где су:

μ - коефицијент трења између фрикционе облоге и клизне површине на замајцу,

z - број површина трења и

Φ - сила притиска фрикционих површина,

рачуна се као:

$$\Phi = p (R^2 - r^2) \pi \quad (3.6)$$

где су:

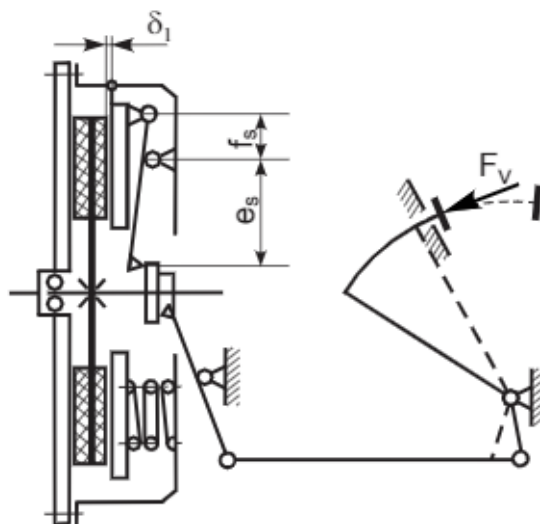
p - притисак између тарних површина, који се искуствено узима

$p = 1,7 \div 3,5$ бара - за синтероване материјале

$p = 15 \div 20$ бара - за металокерамичке материјале.

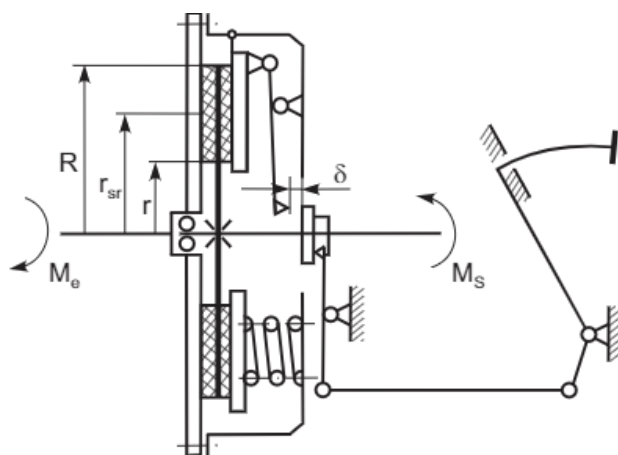
3.6.2. Механизам за управљање фрикционим спојницама

Лако руковање спојницом, пре свега, постиже се правилним избором преносног односа механизма за командовање. Сила на педали (F_V) приликом потпуног искључења не сме прећи 200 N код теретних возила и аутобуса и 150 N код путничких возила (слика 3.27). Највеће вредности пуног хода педале не треба да прелазе 180 mm код теретних возила и аутобуса, и 150 mm код путничких возила. Пуни ход педале састоји се од слободног хода (до почетка покретања двокраких полуга које врше искључивање спојнице) и радног хода (када услед померања двокраких полуга долази до сабијања притисних опруга потисне плоче, односно искључења спојнице) [6].



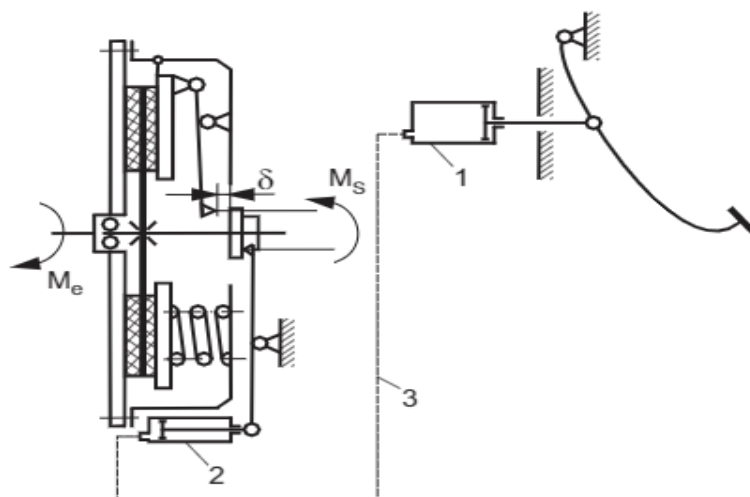
Слика 3.27. Шематски приказ искључене фрикционе спонјнице са механичким механизмом командовања

Слободни ход педале спојнице одређен је зазором δ (слика 3.28), односно δ_1 са преносним односом f_c/e_s између потисног лежаја и краја двокраких полуга. Зазор δ је неопходан да би спојница могла радити и при трошењу фрикционих облога (тада потисна плоча иде према фрикционој облози, а двокраке полуге према потисном лежају). Радни ход педале спојнице зависи од померања потисне плоче, које се одређује тако да би при потпуно искљученој спојници између сваког пара површина трења био обезбеђен зазор од $0,75 \div 1\text{mm}$.



Слика 3.28. Шематски приказ укључене ламеласте спојнице са механичким механизмом командовања

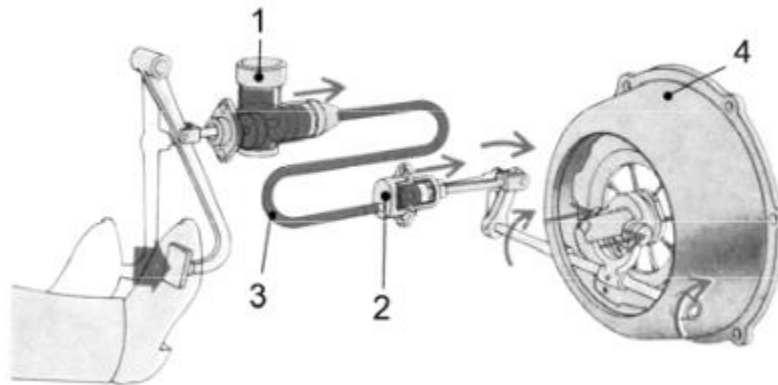
На основу установљеног померања потисне плоче и изабраног зазора δ одређује се потребни преносни однос механизма за командовање у зависности од пуног хода педале спојнице. Аналогно хидрауличном командовању система за кочење, употребљава се да би се постигло удобније командовање спојницом (мања сила на педали), а нарочито је погодно када је педала смештена далеко од спојнице (мотор смештен позади). Притисак течности остварује се дејством клипа главног цилиндра (1) (на коме се налази и



Слика 3.29. Шематски приказ фриктионе спојнице са хидрауличним механизмом командовања

(1 –главни цилиндар, 2 –радни цилиндар, 3 –хидраулични вод)

резервоар хидрауличне течности) и кроз цевовод (3) притисак течности делује на клип радног цилиндра (2) који преко полуге делује на потисни лежај и на тај начин врши искључивање спојнице. Када се отпусти педала, потисни лежај се под дејством повратне опруге враћа у првобитни положај. Ради јасноће деловања фриксционе спојнице са хидрауличним командовањем на слици 3.29 дат је један аксонометријски поглед исте [7].



Слика 3.29. Фриксциона спојница са хидрауличним механизмом командовања

(1 –главни цилиндар, 2 –радни цилиндар, 3 –хидраулични вод, 4 –спојница)

4. ЗАКЉУЧАК

Изучавањем укључно-искључних механизма фрикционих спојница код моторних возила, представљених у овом раду, омогућено је утврђивање одговарајућих закључака везаних за ову тему.

Повољне карактеристике фрикционих преносника снаге, потврђене у експлоатацији, омогућиле су им врло широку примену. До данас је развијено и реализовано много типова ових преносника снаге. Пројектовању и конструкцији новог фрикционог преносника снаге треба приступити тек након сагледавања свих предности и недостатака постојећих решења, за сличну или исту намену. Посебна пажња у развоју фрикционих преносника снаге усмерена је на остваривању оних карактеристика које омогућавају добијање задовољавајућих експлоатационо-техничких карактеристика техничких система у које се уграђују првенствено кроз оптимизацију радног простора, усаглашавање заједничког рада погонског мотора, фрикционих преносника снаге и погонске машине.

У поглављу 2, представљене су опште карактеристике и класификација фрикционих спојница код моторних возила. Најчешћу примену имају фрикционе спојнице са тањирастом опругом, не само код путничих аутомобила, већ и код великог броја теретних возила. Код ове врсте спојнице сила за задржавање у искљученом положају је за око 30% мања него на почетку процеса искључивања, што није случај код осталих конструкција.

У поглављу 3, дата је конструкција и функција фрикционе спојнице и принцип рада активирања фрикционе спојнице. Конструкциона изведба спојнице и силе притиска поред осталих критеријума у великој мери зависи од максималног момента мотора и од енергије трења. Спојница, у зависности од примене, мора да преноси максимални обртни момент мотора ка мењачком преноснику. Дискови спојница су подвргнути великом оптерећењу и поред преноса обртног момента преузимају и додатне задатке као што су ублажавање торзионих осцилација, осигурање удобног коришћења и велика отпорност на високе температуре.

Литература:

- [1] Јовановић С., *Изучавање еластичних елемената у укључно-искључним механизмима фрикционих спојница*, Магистарски рад, Крагујевац, 1998.
- [2] Николић В. *Машински елементи – теорија, прорачун и примери*, Крагујевац, 2004
- [3] Техничка обука система за пренос снаге путничких возила. Конструкција, функција и могућа оштећења, SACHS, Немачка, 2017
- [4] Иван Ф., *Цестовна возила*, Приручник за водитеље страница техничких прегледа возила, Сарајево, 2012.
- [5] Дедић А., *Основи машинства*, други део Научна књига, Београд, 2008
- [6] Вуковић В., Вуковић М., Кнежевић И., Бојанић М., *Основе машинства*, прво издање, Бања Лука, 2015
- [7] Јанковић Д., Тодоровић Ј.: *Теорија кретања моторних возила*, Машински факултет, Београд, 1983.