

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Катедра за моторна возила и моторе

Назив студијског програма: Аутомобилско инжињерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Системи преноса снаге

Број индекса: 403/2015

Ђорђе М. Николић
Мењачи моторних возила
Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Божидар Крстић-ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука
Катедра за моторна возила и моторе
Мастер академске студије: Аутомобилско инжењерство
Предмет: Системи преноса снаге моторних возила

КАТЕДРА ЗА МОТОРНА ВОЗИЛА И МОТОРЕ

Предмет: Предлог теме мастер рада за студента **Ђорђа Николића**, рег. бр. 403/2015

Предлажем Катедри за моторна возила и моторе Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу да прихвати радни назив теме мастер рада из предмета Системи преноса снаге моторних возила за кандидата **Ђорђа Николића**, регистарски број 403/2015, под називом:

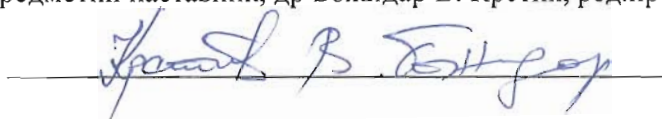
« Мењачи моторних возила »

Садржај мастер рада треба да обухвати следеће:

- Увод
- Врсте и карактеристике мењача и њихова примена на моторним возилима
- Избор мењача
- Мењачи возила за превоз путника
- Мењачи возила за превоз терета
- Мењачи моторцикала
- Правци даљег развоја мењача

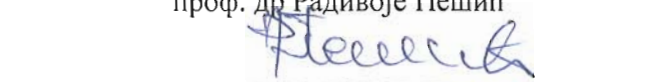
Датум:
09.10.2017. г.

Предлагач теме мастер рада:
Предметни наставник, др Божидар В. Крстић, ред.проф.



Катедра за моторна возила и моторе је сагласна са предложеним називом и садржајем мастер рада.

Шеф Већа Катедре за МВМ,
проф. др Радивоје Пешић



Резиме:

У оквиру овог рада, извршено је прикупљање, систематизација и анализа података везаних за мењаче и преноснике снаге за моторна возила. Описана је њихова улога, начин рада, врсте, карактеристике и избор мењача, односно сви битни елементи и конструкцијска решења везана за мењаче који се примењују на моторна возила за превоз путника, терета и моторцикле. Објашњени су начини остваривања промене степена преноса, као и задаци и подела мењача.

Кључне речи: *Мењачи, избор мењача, поделе мењача, моторна возила, моторцикли, промена степена преноса.*

ABSTRACT:

In this work, there were collection, systematization and analysis of data related to gearboxes and power transmissions for motor vehicles. The work described their role, mode, types, characteristics and choice of gearboxes are described, all essential elements and construction solutions related to gearboxes that are used for motor vehicles for the transport of passengers, cargo and motorcycles. The ways of achieving a change in the degree of transmission, as well as the tasks and division of the gearbox, are explained.

Keywords: *Transmissions, gearboxes selection, distribution of gearboxes, motor vehicles, motorcycles, gear shifting.*

Садржај

1. Увод	1
2. Врсте и карактеристике мењача и њихова примена на моторним возилима	2
2.1. Механички мењачи	2
2.1.1. Зупчасти мењачи.....	3
2.1.2. Фрикциони преносници	5
2.2. Аутоматски мењачки преносници.....	7
2.2.1. Мењачи са хидродинамичким компонентама.....	9
2.2.2. Комбинације хидродинамичких претварача са механичким мењачима	11
2.2.3. Мењачи са хидростатичким претварачем обртног момента	12
2.2.4. Мењачи са електричним претварачем обртног момента	13
2.2.5. Континуални аутоматски мењачи – варијатори	15
2.3. Уља у мењачу	17
3. Избор мењача	22
4. Мењачи возила за превоз путника	35
4.1. Начин функционисања мануелног мењача.....	37
4.2. Врсте мануелних мењача.....	41
5. Мењачи возила за превоз терета	48
6. Мењачи моторцикала	52
7. Закључак.....	60
8. Литература.....	61

1. Увод

Међу најважније делове, односно системе сваког аутомобила се засигурно убраја и његова трансмисија. Сваки аутомобил мора обавезно имати своју трансмисију јер се концепција правилног рада мотора заснива и на оптималном искоришћавању снаге истог, као и на правилном преношењу реалне снаге мотора на покретачке тачкове [1].

Развој моторних возила карактерише се тежњом ка поједностављењу руковања возилом у циљу повећања комфора и безбедности возила у саобраћају. Смањење на минимум броја радних операција које возач треба да обави при поласку и за време кретања возила је један од основних путева за остварење овог циља. Механизација и аутоматизација трансмисије су основна средства за постизање овог циља, чиме се постижу и други значајни ефекти. Трансмисија је сложен систем који чини више међусобно повезаних система и у коме су интегрисане многобројне функције.

Мењач представља део трансмисије који служи за трансформацију обртног момента и броја обртаја погонског мотора ради побољшања вучних перформанси возила. Осим тога, омогућава промену смера кретања возила и омогућује рад мотора са укљученом спојницом, али и прекид тока снаге од мотора ка тачковима [1].

Функционални циљ мењача је:

- одржавање броја обртаја мотора испод максималног,
- одржавање броја обртаја у опсегу где је највећа снага,
- бешуман рад при укључивању било ког степена преноса, лагано командовање [1].



Слика 1. Ручица мењача (FIAT 500) [3]

2. Врсте и карактеристике мењача и њихова примена на моторним возилима

Различита решења мењача се примењују на возилима:

- механички (фрикциони и зупчасти (с покретном и непокретном осом вратила))
- хидраулички (хидродинамички и хидростатички)
- електрични (са једносмерном и наизменичном струјом)
- комбиновани (хидродинамички и електромеханички) [1].

Пре осталих мењача ћемо проучити механичке мењаче, који су најједноставније и још увек примењено решење у савременим возилима. Механички мењачи возила могу се извести на више начина од којих су најважнији:

- зупчасти мењачи,
- фрикциони мењачи.

2.1. Механички мењачи

Мењач је конструкциони склоп возила који припада систему преноса снаге и у правилу је постављен непосредно иза мотора, односно спојнице. Обично је везан са мотором и мењачом у једну уградну целину која се често назива и агрегат снаге [1].

Задаци мењача

Основне функције мењача су:

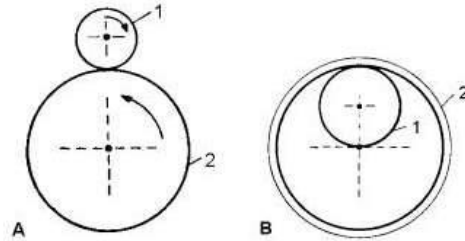
- кретање возила назад
- погон различитих помоћних уређаја на возилу.
- одвајање мотора од система преноса снаге када је возило заустављено (семафор)

Врло често, посебно на привредним возилима, мењач врши и друге функције као што су:

- конверзија расположиве снаге мотора у складу са потребама кретања возила и карактеристикама осталих склопова система преноса снаге.
- развођење снаге мотора на предњи и задњи погонски мост код возила са погоном на све точкове.

2.1.1. Зупчасти мењачи

Зупчасти мењачи су убрзо након своје појаве потиснули остале типове преносника, а примењују се на моторним возилима од краја 19. века. На слици је тростепени мењач који је конструисао 1899. године Louis Renault.



Слика 2. Основни принцип рада зупчастих преносника [1]

Означимо величине које одређују битне релације преносника са:

- r – кинематски полупречник котрљања
- n – број обртаја
- z – број зуба
- a – осно растојање
- 1 – индекс за мањи зупчаник
- 2 – индекс за већи зупчаник

Коришћењем већег броја зупчастих парова и њиховом комбинацијом које дају степенасте преносне односе остварују се различити преносни односи код зупчастих преносника [1].

Систематизација зупчастих мењача

Зупчасти мењачи савремених возила деле се по различитим критеријумима од којих ћемо навести [4]:

Подела по кретању оса зупчаника:

- мењачи са покретним осама зупчаника
- мењачи са непокретним осама зупчаника

Подела по начину укључивања:

- синхронизовани мењачи
- несинхронизовани мењачи

Подела по броју степени преноса:

- четвростепени мењачи
- петостепени мењачи [4]
- шестостепени мењачи
- осмостепени мењачи
- многостепени мењачи

Подела по скоку преносних односа:

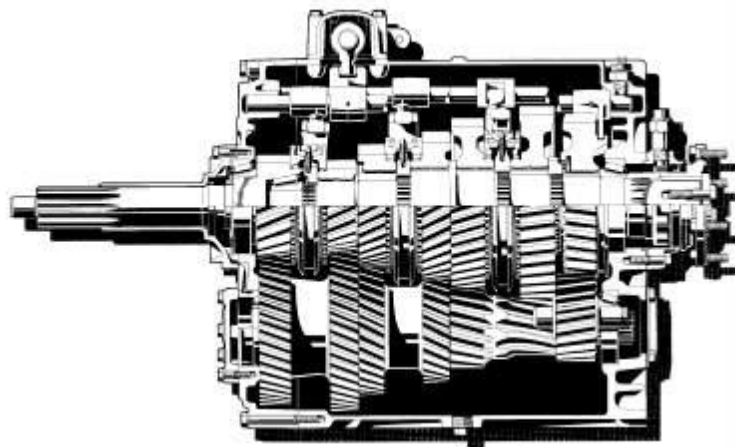
- мењачи са геометријским редом преносних односа
- мењачи са динамичким редом преносних односа

Подела по коришћењу подручних група:

- мењачи без група
- мењачи са групама

Подела по аутоматизацији укључивања:

- неаутоматизовани мењачи
- полуаутоматизовани мењачи
- аутоматизовани мењачи [4].



Слика 3. Подсистеми зупчастог мењача

Главни подсистеми зупчастог мењача за возило су:

- подсистем подмазивања уљем,
- подсистем за покретање спојних елемената
- подсистем спојних елемената за везивање елемената преноса снаге (зупчасте спојнице, уређаји за синхронизацију),

- подсистем за прихват реактивних сила и момената (улежиштење вратила са кућиштем мењача),
- подсистем за пренос снаге (зупчаници, вратила, улежиштење зупчаника и прирубнице) [4].

2.1.1.1. Остали механички делови мењача

Од осталих подсистема механичких делова мењача посебно важни су:

- систем укључивања
- кућиште мењача са поклопцима и заптивним системом.

Систем укључивања има задатак да прецизно пренесе радње возача или серво система, чији је циљ промена степена преноса на унутрашње елементе мењача. Да би овај задатак био добро обављен, овај систем, који се састоји од полуга и виљушки, мора бити крут, мора да даје поуздане информације о укључености степена преноса и да не изазива самоиспадање мењача из укљученог степена преноса.

Кућиште мењача са поклопцима и заптивним системом затвара радни простор зупчаника, вратила, лежајева и синхрона, обезбеђује стално присуство неопходног средства за подмазивање, одводи топлоту насталу због губитака у мењачу, преузима реактивне силе и моменте и преноси их на своје улежиштење. Кућишта мењача савремених возила у правилу су силуминска што је последица захтева за смањивање тежине мењача.

Заптивни материјали савремених мењача морају да буду отпорни на деградирајуће утицаје врло агресивних уља и у условима високих температура.

Спортски и престижни аутомобили све више примењују секвенцијалне мењаче у комбинацији са двоструком спојницом јер овај систем омогућава боља убрзања и краћа времена прекида тока снаге.

Аутоматизација мењача је код савремених мењача за привредна возила уобичајена да би се возач растеретио од манипулације мењачем. Овако се повећава сигурност вожње јер се возач мање умара а истовремено се побољшава ефикасност возила јер компјутер који контролише рад мотора, спојнице и мењача брже прилагођава рад ових компоненти оптималом режиму него што је то возач у стању [4].

2.1.2. Фрикциони преносници

За разлику од зупчаничких, ови преносници промену преносног односа, а самим тим и параметара снаге обављају без прекида тока снаге, односно континуално. То омогућава да се промена параметара снаге аутоматизује и самим тим да се на погонским кретачима оствари промена погонске силе по закону хиперболе [5].

Фрикциони преносници преносе снагу трењем са клизањем, тако да су губици већи уколико је већа снага која се преноси. Управо зато су ограничени на пренос мањих снага или се код већих снага користе у системима са гранањем исте, при чему се преко фрикционог преносника преноси мањи део снаге.

До данас су за моторна возила развијене следеће врсте фрикционих преносника снаге: са више дискова, са ременима и са профилисаним телима.

Фрикциони преносници, који су како је већ речено у све широј примени, примењивани су на првим возилима (Benz 1886, Daimler 1887) али су крајем 19. века замењени зупчастим мењачима. Дакле, може се приметити да је развој технологије омогућио да се круг затвори [5].

Постоје:

- Фрикциони преноси са конусним површинама,
- Фрикциони преноси са тороидалним површинама.

2.1.2.1. Помоћни погони и моторно возило

Функција погонског агрегата (мотора) и система преноса снаге није ограничена само на вучу возила него и на обезбеђивање потребне снаге и њен пренос на различите потрошаче снаге на возилу. Ово је врло изражено код више типова привредних возила од којих свакако треба споменути:

- шумарска возила
- грађевинска возила
- различите врсте специјалних возила:
- ватрогасна возила
- цистерне
- аутодизалице
- бетонске мешалице
- комунална возила.

Помоћни погони најчешће узимају снагу са мењача а постоје изведбе код којих се снага узима директно са мотора или са других агрегата система преноса снаге. Помоћни погони на моторним возилима у правилу узимају снагу са мењача и предају је директно или преко зглобног вратила на потрошача ове снаге, најчешће пумпу. Пренос ове снаге врши се преко елемената система преноса снаге које чине по потреби вратила, зупчаници, ламеле и спојнице.

Систематизација помоћних погона

Помоћни погони деле се по више критеријума:

По зависности при узимању снаге:

- помоћни погони зависни од спојнице,
- помоћни погони зависни од мотора,
- помоћни погони зависни од кретања возила.

По начину укључивања са становишта оптерећења:

- помоћни погони са укључивањем без оптерећења,
- помоћни погони са укључивањем са оптерећењем.

По интермитенцији:

- помоћни погони за сталан рад,
- помоћни погони за делимично ограничен рад,
- помоћни погони за краткотрајан рад.

По начину активирања:

- помоћни погони са пнеуматским укључивањем,
- помоћни погони са хидрауличким укључивањем,
- помоћни погони са механичким укључивањем [4]

2.2. Аутоматски мењачки преносници

Као и у многим другим областима, аутоматизација се веома широко користи и у области моторних возила. Примена аутоматике и аутоматских метода у индустрији управо је најшире продрла у производњу моторних возила њихових склопова и елемената. Може се слободно рећи да су искуства у примени аутоматике у овој области производње широко корисшена у производњи других материјалних добара.

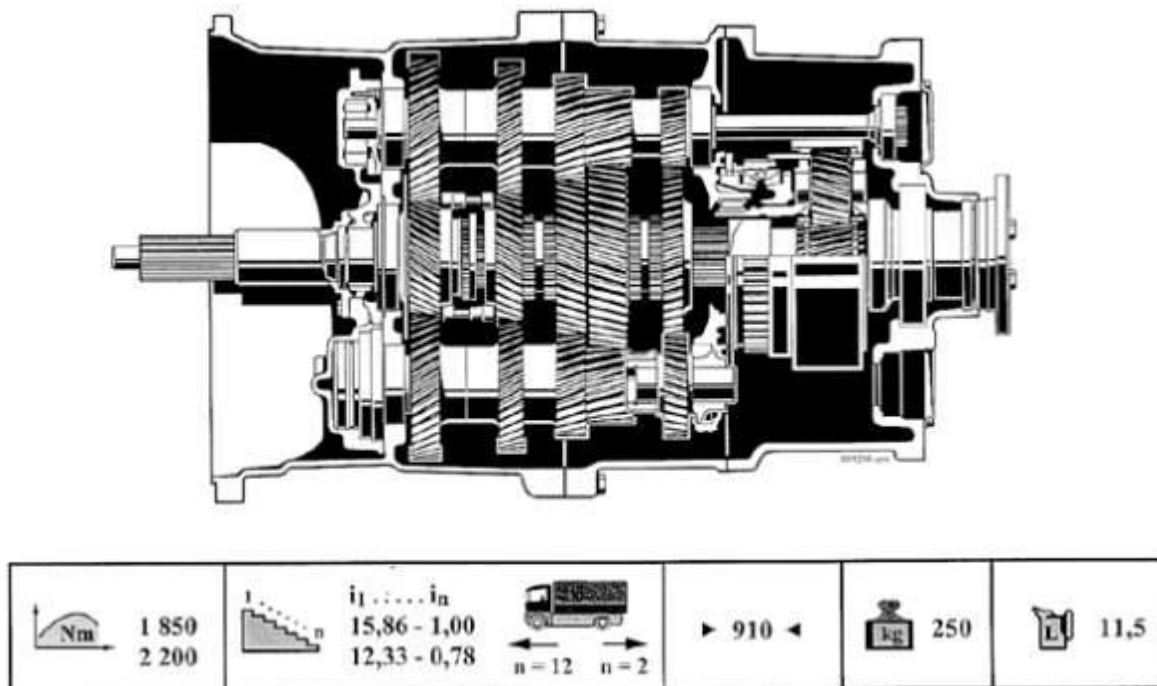
Када се говори о аутоматизици у области моторних возила, не мисли се само на производњу, него и на примену аутоматике на самом моторном возилу, као и у процесу његовог развоја (пројектовање, прорачун, испитивање) експлоатације [9].

За промену преносног односа, односно аутоматску промену параметара снаге потребно је увођење сигнала за регулацију и остварење спољне повратне спреге. Хидродинамички мењач је познат по томе што има особину аутоматске саморегулације, тј. од зависности од отпора који се јављају на турбинком вратилу, аутоматски мења и подешава преносни однос моменту и угаоној брзини. По томе закључујемо да ова врста мењача поседује унутрашњу повратну спрегу, али не може да задовољи цео опсег промене

потребних преносних односа на моторном возилу. Њихово коришћење је економично у релативно уској области преносних односа јер се степен корисног дејства јако мења и зависи од релативног преносног односа. Због тога се на моторним возилима користе у спрези са механичким зупчаничким мењачима, најчешће са покретним осама вртила. Управо оваква комбинација се назива хидродинамичким мењачем (мешовита промена преносног односа) [5].

Постепена промена преносног односа у механичком делу се врши без прекида или са краткотрајним прекидом тока снаге. Како би се аутоматски променио преносни однос у механичком делу хидромеханичког мењача потребан је сигнал и реализација спољне повратне спреге. Комбинација хидромеханичке спојнице са зупчастим мењачем спада такође у хидромеханичке мењаче. У односу на зупчaste мењаче, увођење сигнала за аутоматску промену преносних односа код мењача који раде са клизањем, као што су хидростатички и фрикциони, је много једноставније.

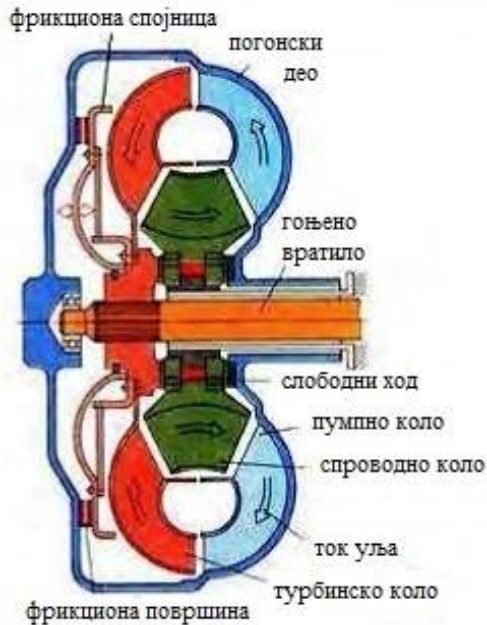
Овакви мењачи често се праве без уређаја за синхронизацију јер је компјутер у могућности да, управљајући радом мотора, спојнице и мењача (на мењачу постоје кочнице које могу да успоравају слободне делове), обезбеди врло брзо укључивање изабраног степена преноса. Време укључивања је краће него што се то постиже применом синхронизера. Пример оваквог мењача је ZF Astronic који се са великим успехом уграђује у возила марке: Iveco, MAN, DAF и друга.



Слика 4. Astronic - савремени мењач фирме ZF за тешка теретна возила

2.2.1. Мењачи са хидродинамичким компонентама

Најједноставнији хидродинамички мењач се састоји из три основна склопа који раде у затвореном колу: пумпни, турбински и реакторски склоп. Пумпно коло покреће мотор, турбинско је спојено за вратило, док је реакторско коло непокретно и омогућава трансформацију обртног момента [5].



Слика 5. Хидродинамички мењач обртног момента [6]

Данас се углавном користе хидродинамички мењачи код којих је реакторско коло спојено са непокретним делом, односно кућиштем преко једносмерне спојнице (примена трилок принципа). Оваква веза омогућава рад хидродинамичком мењача као мењача и као хидродинамичке спојнице код изједначења брзина пумпног и турбинског кола. На тај начин је омогућена брзина кретања возила, односно остварење виших средњих вредности степена корисног дејства у целој области угаоних брзина излазног вратила [6].

Ако урадимо поређење са хидродинамичком спојницом, лопатице хидродинамичког мењача сва три кола нису праве већ хеликондалне. Битан утицај на карактеристике хидродинамичког мењача имају облик, положај, као и улазни и излазни углови лопатица. На пример, повећање излазног угла пумпног кола повећава преносни однос при поласку возила из места, односно, када је оно турбински непокретно. При томе се, међутим, смањује максимална вредност степена корисног дејства. За оптималну вредност излазног угла лопатице турбинског кола се узима 150° , а за лопатице реакторског кола се препоручује излазни угао од $20^\circ - 25^\circ$, при чему се обезбеђује минимални преносни однос при поласку, а већа вредност максимума степена корисног дејства.

Спречавање кавитације и смањење буке при раду хидродинамичког мењача врши се помоћу посебне пумпе, стално пуњене хидродинамичког мењача притиском од 1,3 до 4

бара. Она обезбеђује и циркулацију боја за његово хлађење. Уље за хидродинамичке мењаче има улогу преносника снаге, подмазује и хлади, а у контакту је и са другим елементима у склопу мењача, као што су зупчаници, лежајеви, вишеламеласте спојнице, вентили, тракасте кочнице и друго. Управо због ових особина уље треба добро да подмазује, да буде отпорно на пенушање и оксидацију и да има виск индекс вискозности [5].

Аксијалне силе које теже да раздвоје пумпно и турбинско коло се такође јављају при раду хидродинамичког мењача. Највеће су при старту, односно поласку турбинског кола. Поред једностепених, примњују се и вишестепени хидродинамички мењачи са два или више турбинских и реакторских кола. Повећање броја турбинских кола повећава повећава степен трансформације, а повећање броја реакторских кола повећава степен корисног дејства. Такође се примењује и метод гранања снаге у циљу губитка снага при преносу.

Мењачи са хидродинамичким компонентама поред функција механичких мењача имају:

- пренос снаге са мотора на сисем преноса снаге,
- заштита елемената преноса снаге од преоптерећења,
- одвајање мотора од система преноса снаге када је возило заустављено,
- развођење снаге мотора на предњи и задњи погонски мост код возила са погоном на све точкове,
- погон различитих помоћних уређаја на возилу, врло често преузимају и неке функције спојнице,
- смањење буке возила,
- синхронизација угаоних брзина мотора и елемената система преноса снаге при поласку возила са места,
- конверзија расположиве снаге мотора у складу са потребама кретања возила и карактеристикама осталих склопова система преноса снаге,
- пригушивање торзионих осцилација,
- кретање возила назад [4].

Ово проширење функција мењача са хидродинамичким компонентама и на функције спојнице последица је конструктивних специфичности ових концепата мењача који обједињавају задатке спојнице и мењача.

Недостаци у односу на механичке мењаче:

- скупљи делови за одржавање
- губитак дела снаге у преносу обртног момента са пумпног на турбинско коло

2.2.2. Комбинације хидродинамичких претварача са механичким мењачима

Хидродинамички претварачи користе се са механичким мењачима у различитим комбинацијама:

- са планетарним аутоматским мењачима,
- са непланетарним механичким аутоматским мењачима код возила са предњим погоном,
- са многостепеним механичким мењачима за примену у возилима велике масе, војним возилима и возилима која раде у врло тешким условима,
- са аутоматским фрикционим мењачима.

Најчешћа примена хидродинамичких претварача је у комбинацији са планетарним аутоматским мењачима који се у правилу изводе са променом степени преноса под оптерећењем.

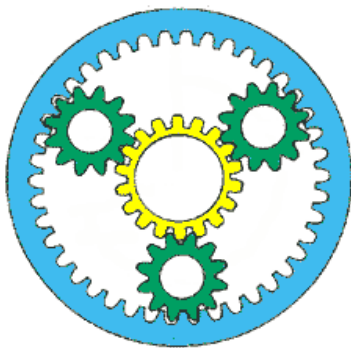
Хидродинамички претварач обртног момента представља уствари уређај који омогућава врло успешно решавање проблема поласка возила са места. Најважније предности хидродинамичког претварача у процесу поласка возила са места су:

- значајно висок коефицијент трансформације обртног момента мотора и пренос снаге без контакта фрикционих површина омогућавају полазак возила и у најтежим условима као што су:
- полазак возила на екстремним успонима на терену;
- полазак возила велике масе (и до 200.000 kg);
- полазак возила са места код возила са хидродинамичким претвараčem обртног момента
- једноставан је и не тражи посебну вештину возача нити га замара.

Зато се ови мењачи користе обавезно у возилима као што су:

- градски аутобуси (мањи замор возача = сигурнија вожња);
- војна теренска возила веће масе (нису потребни специјално квалификовани возачи).

Компоненте које се примењују код највећег броја мењача са хидродинамичким претвараčem обртног момента су планетарни сетови. Компактност конструкције која је постигнута развођењем снаге на више сателита, обично од 3 до 5 је основна предност планетарног преноса. На слици 5 илустриована је могућност развођења снаге на више сателита.



Слика 6. Развођење снаге на више сателита

2.2.3. Мењачи са хидростатичким претварачем обртног момента

Хидростатски претварач састоји се од хидромотора и хидропумпе који могу на пример бити клипне у аксијалној или радијалној изведби. Излазна карактеристика хидромотора и хидропумпе се може регулисати у широким границама променом радног волумана по обртају. У пракси се обично користи регулација само хидропумпе док се хидромотор изводи са константном карактеристиком. У том случају карактеристика мотора зависи од притиска и волумена течности коју испоручује хидропумпа.

Систематизација хидростатичких претварача

Хидростатички претварачи систематизују се првенствено по начину регулације:

- хидростатички претварачи са регулацијом хидропумпе.
- хидростатички претварачи са регулацијом хидромотора.
- хидростатички претварачи са регулацијом хидропумпе и хидромотора.

По начину извођења хидропумпе могу бити:

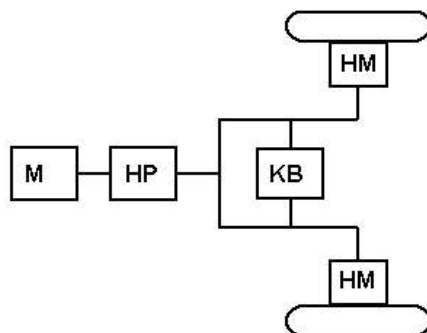
- крилне,
- завојне,
- зупчасте,
- клипне које се даље деле на:
- радијалне,
- аксијалне [4].

Код хидромотора у системима хидростатичких претварача уобичајена је примена клипних хидромотора које и овде могу бити:

- радијални
- аксијални

Према намени хидростатичке претвараचे можемо систематизовати на:

- хидростатички претварачи у системима кретања возила,
- хидростатички претварачи у системима управљања возилом,
- хидростатички претварачи за погон уређаја на возилима.



Слика 7. *Шема хидростатског претварача (М – мотор СВС, НР – хидропумпа, КВ – командни блок, НМ – хидромотор) [4]*

Хидростатички мењачи, премда имају изванредне могућности трансформације карактеристике мотора, једва да се користе код путних возила. Изузетак чини фирма Honda која већ дуги низ година користи хидростатски CVT за погон мањих возила. Насупрот томе хидростатичке трансмисије се широко примењују код пољопривредних, шумарских, грађевинских и сличних машина. Такође је врло раширена примена ових трансмисија код гусеничних војних возила [7].

2.2.4. Мењачи са електричним претварачем обртног момента

У области моторних возила, ови преносници су пронашли ширу примену само у специјалним теретним возилима високих носивости (тзв. Дампери). Дампери се користе на дневним коповима рудника за превоз растреситих терета као што су жаловина и руда. Ови преносници снаге су се некада примењивали и на аутобусима виших категорија [5].

Предности електричних преносника су следеће:

- једноставан пренос снаге на већим растојањима једноставним електричним проводницима;
- континуална промена параметара снаге без њеног прекида од извора до погонских точкова;
- могућност коришћења преносника за ефикасно кочење и
- мањи замор возача.

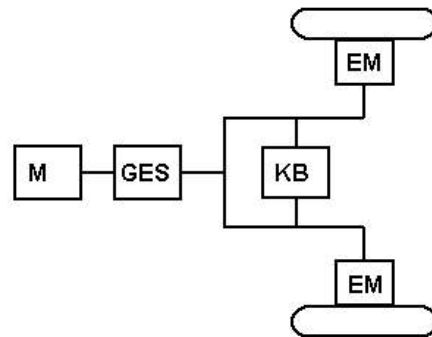
Велика тежина основних компонената ових преносника је и основни њихов недостатак. Механичка енергија коју одаје мотор са унутрашњим сагоревањем се на возилима опремљеним електричним преносницима претвара у генератору у електричну енергију, а она у електричним моторима опет у механичку.

Два основна система електричног преноса снаге на моторним возилима су систем са једносмерном и систем са наизменичном струјом.

Ако посматрамо систем са једносмерном струјом, у њему се механичка енергија мотора унутрашњег сагоревања претвара у генератору једносмерне струје у електричну, а она у механичку у моторима једносмерне струје. У систему са наизменичном струјом механичка енергија мотора унутрашњег сагоревања се претвара у електричну у генератору наизменичне струје. Између овог генератора и електричних мотора једносмерне струје уграђен је исправљач у којем се наизменична струја исправља у једносмерну струју. Као што можемо видети, у оба система се користе електрични мотори једносмерне струје који се регулишу у ширем опсегу угаоне брзине и обртног момента.

Код електричних преносника снаге се као и код хидростатичких, због ограничења у најнижим угаоним брзинама електро-мотора, између њих и точкова уграђују механички редуктори сталног тј. непромењеног преносног односа. Погон може бити и на сва четири точка и у овом случају се уграђују четири електро-мотора. Коефицијент трансформације (преносни однос) зависи од укључења електро-мотора у главну електричну мрежу. Велики преносни односи су потребни при поласку из места и убрзању возила, као и на већим успонима. Управо зато се сви електро-мотори повезују у редну везу. Повећањем угаоне брзине се врши превезивање на редно-паралелну везу и обично се врши аутоматски на основу промене брзине кретања возила.

Шема рада електричног претварача обртног момента не разликује се од шеме рада хидростатичког претварача обртног момента.



Слика 8. Принцип рада електричног претварача обртног момента (*М* – погонски мотор (*СУС*), *GES* – генератор електричне струје, *KB* – командни блок, *ЕМ* – електромотор) [5]

Погонски мотор покреће генератор струје, истосмерне или наизменичне, која покреће електромоторе који су регулирани командном јединицом. Код електричних претварача обртног момента регулација се врши обично само на електромоторима, да би се на генератору струје обезбедили оптимални услови рада.

Критеријуми за пројектовање мењача са електричним претварачима обртног момента у принципу су идентични критеријумима који су већ наведени за мењаче са хидродинамичким односно хидростатичким претварачима обртног момента. Притом се

морају наравно имати у виду специфичности које проистичу из природе електричних претварача момента.

Систематизација електричних претварача

Електрични претварачи обртног момента систематизују се првенствено по врсти струје коју користе генератор електричне струје односно електромотор.

Генератори могу бити:

- Генератори наизменичне струје (уобичајено)
- Генератори једносмерне струје

Електромотори могу бити:

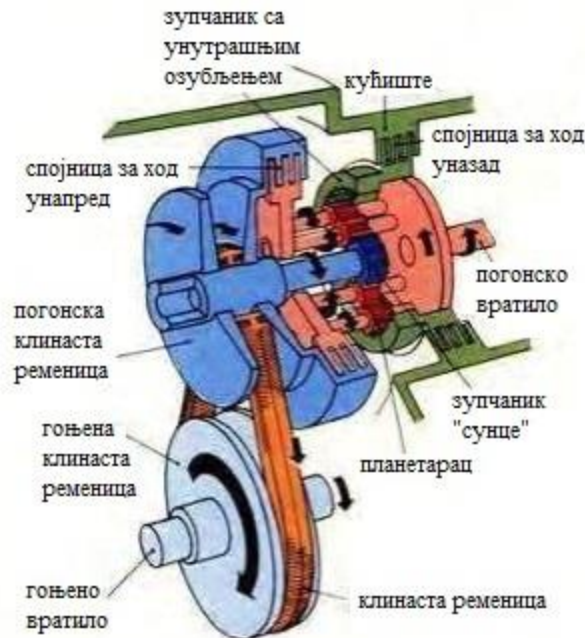
- Електромотори једносмерне струје (уобичајено)
- Електромотори наизменичне струје.

Електрични мењачи примењују се код хибридних возила. Хибридна возила се изводе у два основна концепта, као паралална и као серијска хибридна возила. Паралелни хибридни погон омогућава синергијско деловање оба погона у критичним ситуацијама. Паралелни хибрид користи се са мотором СУС као главним погонским агрегатом, док електромотор само асистира када је потребна већа снага - при убрзавању возила или савладавању успона. Хибридна возила која имају електричне мењаче могу да компензирају недостатке плинске турбине (лоше прихватање), поготово ако су изведена као серијски хибрид.

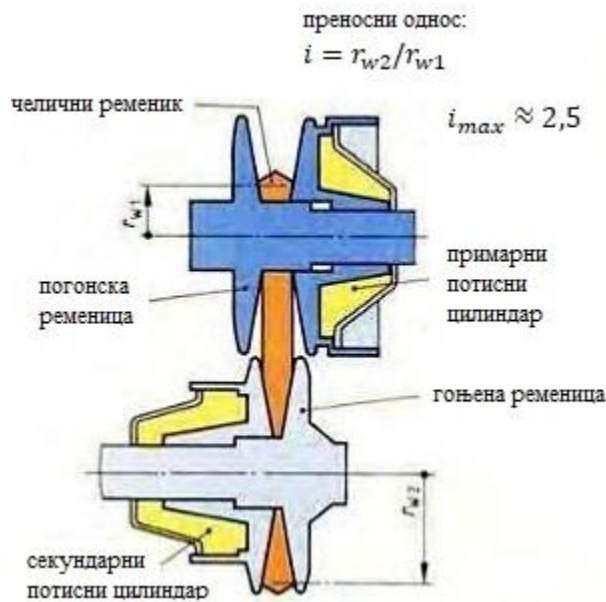
Електротрансмисије су нашле значајну примену у возилима великих маса, код специјалних возила као и возилима за локални превоз. Значајне могућности пружа развој возила са хибридним погонима која су посебну пажњу усмерила на решавање еколошких и енергетских проблема данашњице [4].

2.2.5. Континуални аутоматски мењачи – варијатори

Како им само име каже, ови преносници врше промену преносног односа континуално, без прекида, у целом свом опсегу. Конструкција је мање више слична код свих - на погонској страни мењача постоји планетарни преносник са ламеластом спојницом за ход возила напред или назад и примарна погонска клинаста спојница чије су странице померљиве [6].

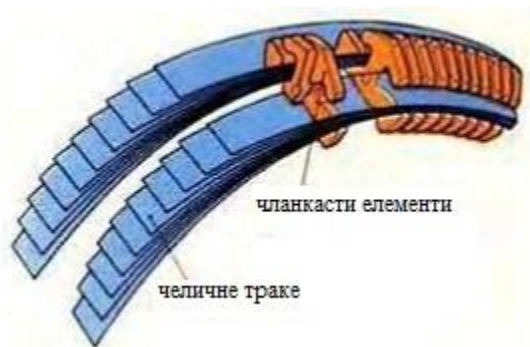


Слика 9. Склоп варијатора



Слика 10. Шематски приказ остваривања промене преносног односа [6]

Пренос снаге са примарне ременице на секундарну иде преко чланкасте челичне траке са конусним ивицама (слика 11). Померање страница ременица врши се помоћу хидрауличног цилиндра, мада постоје системи (као код раније произвођеног возила DAF 33 - касније "Volvo 33") да се промена ширина страница ременица, па тиме и обим по коме се креће гумени армирани ременик остварује подпритиском из мотора. Тиме се преносни однос мења према $i = r_{w2}/r_{w1}$.



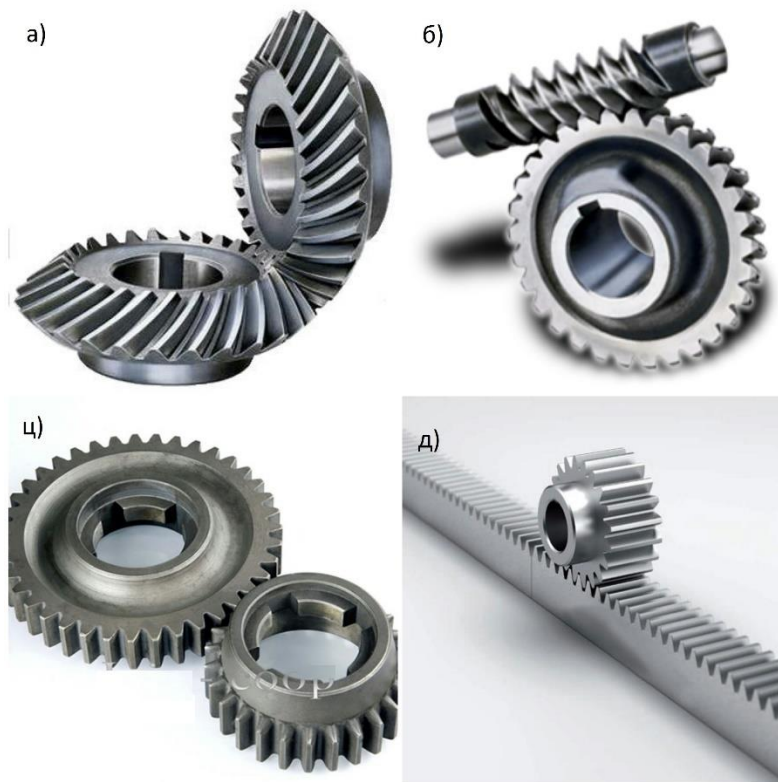
Слика 11. Чланкаста челична трака варијатора

Најмањи преносни однос, који се остварује при највишим брзинама кретања има се када је чланкасти каиш на примарној ременици најудаљенији од центра (спољни полупречник r_1), док је тада на секундарној ременици полупречник најнижи (унутрашњи полупречник r_2).

Континуални преносници изводе се у више верзија од којих су за праксу тренутно интересантна решења са коничним и тороидалним фриксионим површинама. Повољнији су од зупчастих преносника са становишта варирања преносних односа, али је до недавно њихова примена у моторним возилима била врло ретка због ограничења у величини снаге која се може пренети, распона преносних односа и оствареног степена корисног деловања. Последњих година развојем нових технологија већина ових проблема је решена те се све више примењују код особних возила са моторима обртних момената до 500 Nm. Код новијих верзија варијатора управљање се врши електронско хидрауличким путем, при чему је командни део електронски а извршни систем најчешће хидраулични [6].

2.3. Уља у мењачу

У склоповима преносних система су смештени различити зупчаници: са равним, косим и спиралним зубима, хипоидни или пужни парови. У зависности од оптерећења и врсте зупчаника, ови системи раде у условима хидродинамичког, еластохидродинамичког и мешовитог подмазивања, које код хипоидних и пужних зупчаника, при ударним оптерећењима и екстремним притисцима, прелази у гранично. То су услови при којима се уљни филм местимично прекида, а на местима непосредног додира спрегнутих површина зубаца нагло долази до пораста температура, и то може довести до разорног трења и хабања, па чак и сваривања. Због тога, препоруке и избор уља врше се према врстама зупчаника у њиховим склоповима и према врстама оптерећења. Посебна класа уља за разлику од зупчаничких преносника (редуктора) у индустрији, користи се за подмазивање зупчаничких преносника (мењача и диференцијала) моторних возила, због другачијег карактера оптерећења, а такође се разликују и услови експлоатације [8].



Слика 12. Неки од типова зупчастих парова: а) конусни са спиралним зубима; б) пужни зупчасти пренос; ц) цилиндрични са правим зубима; д) зупчаста летва

Уља за подмазивање ручних мењача и диференцијала моторних возила

Зупчанички преносници мењача и диференцијала имају задатак да пренесу снагу мотора на осовине и погонске тачке возила, и због тога зуби зупчаника су изложени екстремно високим притисцима. Највећи притисци се јављају при старту и при заустављању возила. Развој моторних возила иде у правцу све већих снага и бољег старта. То има за последицу појаву већих сила клизања, односно виших радних температура на зупчаницима мењача и диференцијала.

Мазива уља произведена на основу висококвалитетних базних уља и одабраног пакета адитива, могу да задовоље само за подмазивање преносника у овако строгим условима рада. Базна уља могу бити минерални рафинати, хидрокрекована уља или синтетички угљоводоници. Адитиви који се користе за производњу ових уља су: адитиви за заштиту од високих притисака и хабања, адитиви за заштиту од оксидације, адитиви за заштиту од корозије и рђе, адитиви за побољшање тачке стињавања, адитиви против стварања пене, модификатори трења и деактиватори метала.

Да би сви фактори који повећавају тежину радних услова били задовољени, уљу се додају специјални EP (*Extreme Pressure*) адитиви, који дају и различите квалитетне нивое ових уља. Они су на бази сумпора, фосфора или хлора. На високим температурама, које су

последица повишених притисака и ударних оптерећења, наведени адитиви хемијски реагују са металном површином градећи одговарајућа једињења и филмове који штите металну површину од хабања и оштећења зуба зупчаника. Међутим, ЕР адитиви могу да изазову корозију на деловима од обојених метала, па зато њихова количина у уљу мора да се избалансира тако да могу стварати заштитни филм, а да не доводе до корозије на металним површинама. Задатак уља за зупчаничке преноснике јесте: смањење трења и хабања, хлађење, одвођење честица метала и нечистоћа из контактних зона и заштита од корозије [8].

При избору уља неопходни су подаци о вискозности и подаци о квалитету уља, тј. о његовим радним особинама. Као и код моторних уља, вискозне градације уља за мењаче и диференцијале односе се искључиво на вискозност али не одређују квалитетни ниво уља.

Захтеви у погледу квалитета уља за мењаче и диференцијале:

- добре вискозно-температурне карактеристике, што значи лаки пренос приликом хладног старта и довољна јачина уљног филма на високим радним температурама;
- добра оксидациона и термичка стабилност што обезбеђује дуг интервал употребе уља. Код модерних возила температура уљног пуњења може бити и до 140°C;
- путнички аутомобили се одликују великом брзином, а теретна возила и аутобуси великим обртним моментом. Ова уља морају задовољити оба радна услова;
- својство против хабања и заривања код екстремних притисака и ударних оптерећења;
- заштита од корозије нарочито у присуству воде;
- компатибилност са заптивкама;
- својство против стварања пене.

Уља за подмазивање аутоматских мењача моторних возила - ATF

Уља за аутоматске мењаче (*Automatic Transmission Fluid* – ATF) су релативно нисковискозна уља (приближно упоредива са CAE 75W) са високим индексом вискозности и тачком течења испод –400°C. Она имају високу оксидациону стабилност, добре вискозно-температурне и нискотемпературне карактеристике, одлична својства против пењења и ослобађања ваздуха и обезбеђују добру заштиту против корозије. Такође морају задовољити захтев константних коефицијената трења [8].

Уља за аутоматске мењаче се састоје од базних уља и адитива. Базна уља могу бити конвенционални рафинат, хидрокрековано уље или синтетички угљоводоник. Користе се адитиви: за заштиту од корозије и рђе, за побољшање вискозитета, модификатори коефицијента трења, за заштиту од високих притисака и хабања, за побољшање тачке течења, адитиви за заштиту од оксидације, за спречавање пене и деактиватори метала.

Оно мора да задовољи више функција у преноснику. Поред функције подмазивања планетарних зупчаника, који чине главни склоп аутоматских мењача, ово уље врши функцију хидрауличног уља које у сложенем хидрауличном систему и омогућава лагано

укључивање степена преноса, а тиме и несметан рад хидрауличног претварача обртног момента. Он има улогу спојнице која повезује улазно вратило и систем планетарних зупчаника. Уз све наведене задатке, уље за аутоматске мењаче мора да задржи одговарајући коефицијент трења.

Уља за аутоматске мењаче употребљавају се за подмазивање аутоматских преносника, серво управљача и претварача обртног момента. Она морају задовољити следеће захтеве: добро подмазивање и хлађење, да омогући пренос снаге на бокове зупчаника или претвараче обртног момента, спречавање пенушања и висока оксидациона стабилност, одговарајући коефицијент трења за оптимално мењање брзина, заштиту од хабања и корозије, компатибилност са заптивкама.

Оксидациона и термичка стабилност - Новије модели аутоматских мењача су све мањих и лакших конструкција, а од њих се захтева преношење већих обртних момената, што има за последицу повећано термичко оптерећење по јединици запремине уља. Осим тога, константан је захтев за продуженим веком трајања уљног пуњења. Наведени разлози захтевају оксидационо врло постојана уља за аутоматске мењаче.

ATF уља морају имати добру оксидациону стабилност и на температурама до 1500°C. Код повишених температура, а уз присуство ваздуха, долази до убрзаног процеса оксидације уља и многих нежељених последица, као што су [8]:

- промена фрикционих карактеристика изазива прекомерно проклизавање спојница
- вискозност уља се повећава што доводи до смањења функционалности аутоматског мењача
- настале киселине, као продукти интензивне оксидације, делују корозивно на чауре и остале конструкционе материјале као и на заптивне материјале и састав плоча спојница
- талог као продукт оксидације може запушити хидраулично контролисане вентиле и остале уске канале за пролаз флуида
- смоле и лакови, као продукти оксидације, могу проузроковати слепљивање контролних вентила и отказа трансмисије

Оксидациона стабилност уља за аутоматске мењаче одређује се променом киселинског броја или променом кинематичке вискозности према спецификацији ZF. Захтев за повећаном оксидационом стабилношћу налаже употребу квалитетних базних уља, односно прелазак са API групе I на базна уља API групе II, III, или IV.

Нискотемпературне особине - Аутоматски мењачи су софистицирани електронски управљачки системи и захтевају одговарајућа реолошка својства и на најнижим температурама. Овакве особине уља изражавају се као највећа допуштена вредност динамичке вискозности на температури од -400°C мерено Brookfield вискозиметром. Захтеви за бољим нискотемпературним особинама захтевају употребу квалитетнијих базних уља од API групе I. Употреба побољивача индекса вискозности мора бити ограничена.

Смична стабилност – Постојећа механичка оптерећења којима су изложена уља за аутоматске мењаче изазивају кидања ланаца молекула, поготово веће молекулске масе, и тада долази до трајног пада вискозности уља. То се решава употребом смично-стабилних модификатора вискозности уз једновремено коришћење квалитетних базних уља.

Антихабајуће особине – Ова уља морају имати добре антихабајуће особине које су неопходне за трајност склопова и делова аутоматског мењача, а тако се обезбеђује и продужење интервала замене уља. Викерсова крилна пумпа користи се за оцену својства уља против хабања. Резултати се изражавају губитком масе крилаца и прстенова пумпе након завршетка испитивања.

Фрикционе особине - Фрикционе особине уља веома су битне за несметан и поуздан рад аутоматских мењача. Вредности коефицијената трења уља требају бити у тачно одређеним дозвољеним границама зато што се укључивање степена преноса одвија помоћу ламеластих спојница, као и појасних кочница обложених фрикционим облогама. Основну разлику између појединих уља за аутоматске мењаче прави управо ова особина, односно спецификација појединих произвођача. Развој ATF уља иде у правцу развоја адитива, нарочито модификатора трења који обезбеђују оптимални коефицијент трења уз његово задржавање у прописаним границама [8].

3. Избор мењача

Функција мењача јесте да параметре кретања возила што више приближи идеалној хиперболи вуче тако да је дужност пројектанта да претходно одреди величину међустепена, односно број степена преноса и преносни однос између њих.

За број степена преноса постоје два теоријска прилаза у решавању:

- први - да се овај број нађе на основу величине динамичке карактеристике и
- други - из услова искоришћења снаге мотора [6].

а) Број степена преноса из услова величине динамичке карактеристике

Динамичка карактеристика показује динамичка тј. вучна својства возила а дефинише се као бездимензиона величина у облику

$$D = \frac{F_v - R_v}{G}, \text{ где су:} \quad (1)$$

F_v – вучна сила возила

R_v – сила отпора ветра

G – тежина возила

Број степена преноса бира на основу максималне динамичке карактеристике коју би возило имало у директном степену преноса, који би требало да буде:

$$D_{gr} = 0,1 \div 0,105$$

Уколико је динамичка карактеристика новопроектваног возила мања од D_{gr} треба да се усвоји 4 или више степена преноса. Међутим, када је "D" веће од D_{gr} мењачи могу да се конструишу са 3 степена преноса.

Возила са 3 степена преноса имају веће губитке тј. искористивост снаге мотора је мања, али због веће закивљености криве $F - v$ дијафрагма могу да се "правдају" већим вишком вучне снаге мотора. Овакви мењачи су због тога нешто погоднији за градску вожњу (на пример аутобуси градског саобраћаја са аутоматским мењачима), јер су ту потребна већа убрзања при честој промени степена преноса. Због већег укупног степена корисности, односно боље искористивости снаге мотора, тростепени мењачи на путничким и теретним возилима се више не користе, али своју примену и данас налазе код спороходних радних возила, правдајући њихову „релативна предност“ у нешто нижим трошковима израде и лакшом манипулативношћу. Један од разлога је тај што по правилу ова возила имају моторе великих радних запремина, а тиме и већи обртни момент у односу на моторе исте снаге али мањих радних запремина.

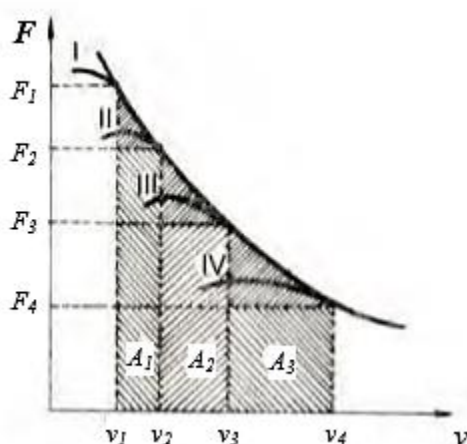
Данас су у употреби мењачи са најмање 4 или 5 степена преноса код друмских возила, код возила ниже и средње класе, а код возила више класе чак и 6. У поређењу са претходним, теретна возила и аутобуси имају број степена преноса мењача обично око 6 до

8, док код трансконтиненталних возила (теретних возила намењених дуголинијском транспорту), број степена преноса је чак и 16, што се постиже уметањем двостепеног редуктора иза мењача, чиме се сваки степен преноса практично удвостручи, односно за толико се повећа излазни обртни момент [6].

Већина путничких возила са аутоматским мењачима данас имају по 4 до 5 степена преноса, с обзиром да по правилу имају радну запремину мотора већу од 2 литара.

б) Број степена преноса у односу на коефицијент искоришћења снаге мотора

При овом оптимизирању броја степена преноса, потребно је претходно наћи коефицијент искористивости снаге мотора „ η_p “, под којим се подразумева "добитијена" снага према оној која се може добити када би мењач био са континуалном променом степена преноса. На пример на слици 13 приказан је дијаграм $F - v$ за неко возило, коме би заправо коефицијент искористивости снаге мотора „ η_p “ био однос површина ограничених величином вучне силе при максималној брзини возила за разматране степене преноса и апсисном осом у дијапазону промене брзина од V_I до V_{max} (при истом броју обртаја мотора али за различите степене преноса).



Слика 13. Дијаграм „Вучна сила-брзина“ код возила са четворостепеним мењачем

При томе се посматрају максималне брзине с обзиром да њима одговарају и максималне снаге (посматране тачке леже на идеалној хиперболи). За сваки други број обртаја тј. брзину, снага не би била максимално могућа, па се тиме не би добио максимални степен искористивости снаге „ η_p “.

На основу дефиниције из дијаграма следи степен искористивости снаге „ η_p “:

$$\eta_p = \frac{\sum_{I}^n A_i}{\int_{V_I}^{V_{max}} F_n \cdot dv} \text{ где је сума површина } A_i \quad (2)$$

$$\sum_{I}^n A_i = (V_{II} - V_I) \cdot F_{nII} + (V_{III} - V_{II}) \cdot F_{nIII} + \dots + (V_n - V_{n-1}) \cdot F_{nn}$$

Односно

$$\sum_I^n A_i = (V_{II} \cdot F_{nII} - V_I \cdot F_{nII}) + (V_{III} \cdot F_{nIII} - V_{II} \cdot F_{nIII}) + \dots + (V_n \cdot F_{nn} - V_{n-1} \cdot F_{nn})$$

Ако узмемо у обзир да све крајње тачке вучних карактеристика леже на идеалној хиперболи (за све степене преноса) важи релација

$$F_{nI} \cdot V_I = c = const$$

Из тога следи:

$$\sum A_i = (c - \frac{c}{q}) + (c - \frac{c}{q}) + \dots + (c - \frac{c}{q}) = (n-1)(c - \frac{c}{q}) \text{ тј.}$$

Ако се са „q“ обележи однос брзина, а касније, у одељку "избор међустепена" биће и доказано да је

$$q = \frac{V_{II}}{V_I} = \frac{V_{III}}{V_{II}} = \frac{V_n}{V_{n-1}} = const \quad (3)$$

добива се:

$$\sum A_i = c - \frac{V_I}{V_{II}} \cdot c + c - \frac{V_{II}}{V_{III}} \cdot c + \dots + c - \frac{V_{n-1}}{V_n} \cdot c \quad \text{тј.}$$

$$\sum A_i = (n-1)(1 - \frac{1}{q}) \cdot c$$

Површина између идеалне хиперболе и апсцисне осе, у интервалу V_I до V_{max} , једнака је

$$\int_{V_I}^{V_n} F_m dv = \int_{V_I}^{V_m} \frac{c}{v} dv = c (\ln V_m - \ln V_I) = c \ln \frac{V_n}{V_I} = c \ln d \quad (4)$$

Ознаком "d" обележен је однос максималне брзине возила према максималној брзини у првом степену преноса, $d = \frac{V_{max}}{V_I}$

Експериментално је доказано да се вредност "d" креће у зависности од врсте возила у границама:

- за путничка возила $d = 3 \div 4$
- за аутобусе и камионе $d = 5 \div 7$
- за брзоходне гусеничаре нпр. тенкови $d = 8 \div 12$
- за пољопривредне тракторе $d = 8 \div 30$

Из раније нађених површина следи и њихов однос тј. коефицијент искористивости снаге мотора „ η_p “, тако да исти гласи

$$\eta_p = \frac{(n-1)(1 - \frac{1}{q})}{\ln d} \quad (5)$$

где је „n" број степена преноса.

У каснијем тексту биће показана и доказана релација између „q" и „d".

$$q = \sqrt[n-1]{d} \quad q = \sqrt[n-1]{\frac{V_{max}}{V_I}} \quad \text{за} \quad d = \frac{V_{max}}{V_I} \quad (5.1)$$

У доњим табелама су на основу обрасца за „ η_p " израчунати степени искоришћења снаге мотора за више степена преноса у зависности од распона брзина "d" у последњем и првом степену преноса "d" ($d = \frac{V_{max}}{V_I}$)

За путничке аутомобиле

$d = 3$						$d = 4$				
n	3	4	5	6		n	3	4	5	6
η_p	0,76	0,837	0,874	0,897		η_p	0.72	0,8	0,84	0,87

За аутобусе и камионе

$d = 6$						
n	4	5	6	7	8	16
η_p	0,75	0,8	0,84	0,86	0,86	0,94

$d = 7$						
n	4	5	6	7	8	16
η_p	0,75	0,8	0,84	0,86	0,86	0,937

$d = 8$						
n	4	5	6	7	8	16
η_p	0,72	0,78	0,84	0,84	0,865	0,93

$d = 10$								
n	3	4	5	6	7	8	9	10
η_p	0,5	0,7	0,76	0,8	0,83	0,85	0,865	0,875

Закључак како треба пројектовати мењаче јасно произилази из претходних табела: **за што већу искористивост снаге мотора потребно је да дијапазон брзина "d" ($\frac{V_{max}}{V_I}$), буде што мањи и да мењач има што већи број степена преноса.**

Међутим, код путничких аутомобила са преко 5 до 6 степена преноса, не добија се много у потпунијем коришћењу снаге а конструкција мењача се компликује и тиме поскупљује. Исти закључак важи и за теретна возила са преко 8 степена преноса [6].

Зато се и мењачи изводе са бројем степени преноса:

- за радна проходна возила и аутобусе градског саобраћаја са аутоматским мењачем $n = 3 \div 5$,
- за путничка возила $n = 4 \div 6$,
- за теретна возила $n = 5 \div 8$,

док се код трансконтиненталних камиона, код којих је због мање потрошње горива сваки проценат коришћења снаге битан, конструишу мењачи са редуктором, којима сваки степен преноса може приближно да се предвоји.

Избор међустепена – распоред преносних односа

Избор међустепена је веома битан као и број степена преноса у мењачу. Расподела се врши на основу више критеријума, а најчешће коришћени су:

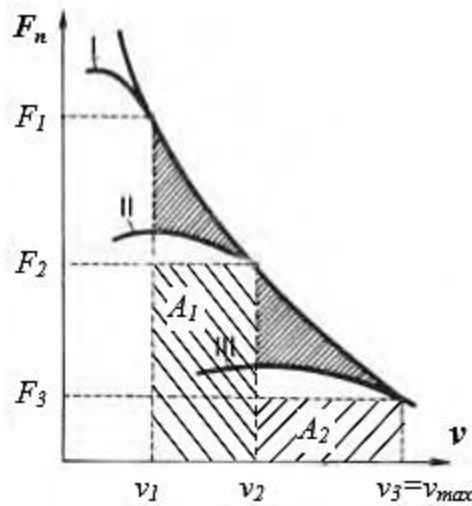
- избор међустепена према могућности оптималног искоришћења снаге мотора
- избор међустепена према условима стабилности рада мотора

а) Избор међустепена према могућности оптималног искоришћења снаге мотора – избор према геометријској прогресији

Посматрањем $F - v$ дијаграм неког возила може се закључити да се са мањом површином (која је на дијаграму осенчена) добија и веће искоришћење снаге мотора. Зато се мора поставити услов да осенчене површине буду најмање, да би се пронашао оптималан распоред преносних односа.

Да би се проблем решио једноставније, постављају се додатни услови, а то су:

- коефицијент корисности трансмисије „ η_t “ је приближно једнак у свим степенима преноса
- претпоставља се да је специфична вучна сила $F_n = \frac{F_n}{G}$ у целом интервалу степена преноса једнака и да одговара вучној сили при максималној снази мотора, што би значило да је степен преноса прилагодљивости мотора једнак јединици.



Слика 14. Неискоришћена снага мотора (осенчене троугласте површине) код возила са тростепеним мењачем

Да би се нашао оптималан распоред степена преноса треба да су задовољени следећи услови:

- засенчене троугаоне површине (слика 14), најмање
- или да су површине A_1 , A_2 највеће,

и то уз претпоставке:

- да се при промени степена преноса из нижег у виши неће изгубити на брзини возила, односно да је брзина у моменту укључивања вишег степена преноса једнака брзини на крају убрзања у нижем (претходном) степену преноса
- да се промена у виши степен преноса врши када мотор достигне број обртаја када има максималну снагу, то јест при „ n_{Pmax} “.

Математички постављено, збир површина A_i на дијаграму је:

$$\sum_{i=1}^n A_i = (V_{II} - V_I) \cdot F_{II} + (V_{III} - V_{II}) \cdot F_{III}$$

При томе идеална крива искористивости снаге мотора би била

$$P_{en} \cdot \eta_m = F_{II} \cdot V_{II} = F_{III} \cdot V_{III} = c = const$$

тако да је површина

$$\sum A = c - V_I \cdot F_{II} + c - V_{II} \cdot F_{III} + c = 2c - \frac{V_I}{V_{II}} V_{II} \cdot F_{II} - \frac{V_{II}}{V_{III}} V_{III} \cdot F_{III} = c \left(2 - \frac{V_I}{V_{II}} - \frac{V_{II}}{V_{III}} \right)$$

Да би се добио постављени услов максималности површина, треба потражити максимум функције $\sum A$ по променљивој V_{II} , тј. први извод функције $\sum A$ по променљивој мора да буде једнак 0.

$$(I) \quad \frac{\Sigma A}{dv_{II}} = c \left(+ \frac{v_I}{v_{II}^2} - \frac{1}{v_{III}} \right) = 0 \quad \text{тј.} \quad v_{II} = \sqrt{v_I \cdot v_{III}} \quad (6)$$

што би био оптимални положај брзине v_{II} за постављени услов максималне искористивости снаге (максималне површине $F \cdot v$)

Дељењем леве и десне стране прве једначине са v_I , односно када се брзина v_{III} подели са v_{II} добија се даљи међусобни односи преносних односа

$$\frac{v_{II}}{v_I} = \sqrt{\frac{v_{III} \cdot v_I}{v_I^2}} = \sqrt{\frac{v_{III}}{v_{II}}} \quad \text{и} \quad \frac{v_{III}}{v_{II}} = \sqrt{\frac{v_{III}^2}{v_{III} \cdot v_I}} = \sqrt{\frac{v_{III}}{v_{II}}} \quad (7)$$

Према услову оптималности искористивости снаге мотора, степени преноса треба да стоје у односу

$$\frac{v_{II}}{v_I} = \frac{v_{III}}{v_{II}} = \frac{v_{IV}}{v_{III}} = \dots \dots \dots = \frac{v_n}{v_{n-1}} = \text{const} = q \quad (8)$$

Из наведеног следи да је:

$$v_{II} = v_I \cdot q \quad v_{III} = v_{II} \cdot q = v_I \cdot q^2 \quad \text{тј. за } n\text{-ти степен преноса } v_n = v_I \cdot q^{n-1}$$

Овај начин распореда преносних односа у мењачу, где је однос више брзине према првој следећој нижој брзини константан, назива се **распоред према геометријској прогресији**. При оваквом распореду код n степена преноса, степен прогресије је [6]:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{v_n}{v_I}} \quad (9)$$

Уколико се однос између максималне брзине и брзине у првом степену преноса означи са " d " следи:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{v_n}{v_I}} = \sqrt[n-1]{d} \quad (10)$$

Како између брзина и преносних односа у мењачу постоји веза $v \cdot i = c$ то се и степени преноса имају као

$$i_{II} = i_I : q \quad i_{III} = i_{II} : q = i_I : q^2 \quad i_{IV} = i_{III} : q = i_I : q^3$$

Односно

$$q^{n-1} = \frac{i_I}{i_n} \quad \text{тј.} \quad q = \sqrt[n-1]{\frac{i_I}{i_n}} = \sqrt[n-1]{d} \quad (11)$$

Из свега можемо закључити: **снага мотора ће бити оптимално искоришћена у целом дијапазону броја обртаја мотора, односно брзина возила (од v_I до v_{max}) и за целу област вучних сила, ако су брзине (преносни односи у мењачу) распоређени према геометријској прогресији.**

Идентични резултати се добијају развијањем брзина на точковима

$$V_{nmax} = 2\pi \frac{r_d \cdot n_{Pmax}}{i_n \cdot i_o} \quad \text{и} \quad V_{n+1} = 2\pi \frac{r_d \cdot n_{Pmax1}}{i_{n+1} \cdot i_o} \quad (12)$$

уз претпоставку да је $V_{nmax} \approx V_{n+1}$, односно да се при промени степена преноса из нижег у виши неће изгубити на брзини возила, односно да је брзина у моменту укључивања вишег степена преноса једнака брзини на крају убрзавања у нижем (претходном) степену преноса, следи

$$\frac{n_{Pmax}}{i_n} \approx \frac{n_1}{i_{n+1}} \quad \rightarrow \quad \frac{n_{Pmax}}{n_1} \approx \frac{i_n}{i_{n+1}} \quad (13)$$

из напред постављеног услова да је $V_{nmax} \approx V_{n+1}$, односно $V_{(n+1)max} \approx V_{n+2}$ и даље, следи

$$\frac{i_{n+1}}{i_{n+2}} \approx \frac{n_{Pmax}}{n_1} \quad \text{односно} \quad \frac{n_{Pmax}}{n_1} = \frac{i_1}{i_2} = \frac{i_2}{i_3} = \dots = \frac{i_n}{i_{n+1}} = q = const$$

односно, однос између појединих степена преноса би био:

$$\begin{aligned} \frac{i_I}{i_{II}} &= q & \rightarrow & i_{II} = \frac{1}{q} i_I \\ \frac{i_{II}}{i_{III}} &= q & \rightarrow & i_{III} = \frac{1}{q} i_{II} = \frac{1}{q^2} i_I \\ \frac{i_{III}}{i_{IV}} &= q & \rightarrow & i_{IV} = \frac{1}{q} i_{III} = \frac{1}{q^3} i_I \end{aligned} \quad (14)$$

односно у општем случају

$$\frac{i_n}{i_{n+1}} = q \quad \rightarrow \quad i_{n+1} = \frac{1}{q^n} i_I \quad (15)$$

другојачије написано следи

$$\frac{i_I}{i_{II}} = \frac{i_{II}}{i_{III}} = \frac{i_{III}}{i_{IV}} = q \quad \text{тј.} \quad i_I = i_{II} \cdot q = q^2 \rightarrow q = \sqrt{i_I}$$

дакле у општем случају за један n -то степени мењач би следило:

$$q = \sqrt[n-1]{i_I} \quad (16)$$

У случају бесконачно великог броја степена преноса замајац мотора би се обртао увек у дијапазону од $n_1 \rightarrow n_{Pmax}$, а коришћена снага мотора би била максимална. Код возила са више од четири степена преноса у пракси се усваја да је претпоследњи степен преноса уствари директни степен, то јест преносни однос је једнак 1, то јест $i_{n+1} = 1$, док је последњи степен преноса такозвани штедни ход, чиме се уствари постиже да се излазно вратило из мењача обрће брже од замајца мотора, чиме се постиже уштеда горива [6].

Дакле за један петостепени мењач би се имало:

$$q = \sqrt[4]{i_I}; \quad i_{II} = \sqrt[4]{i_I^3}; \quad i_{III} = \sqrt[4]{i_I^2} = \sqrt{i_I}; \quad i_{IV} = \sqrt[4]{i_I} \quad (17)$$

Ако узмемо у обзир да је претпоследњи степен преноса директни, дакле $i_{IV} = 1$, следи да би за пети степен преноса, однос „q“ био:

$$q = \sqrt[3]{i_I} \text{ односно преносни однос петог степена } i_V = \frac{1}{\sqrt[3]{i_I}} < 1$$

За уобичајене четворостепене или петостепене мењаче следи

$$i_{IV} = 1 \quad - \text{ако мењач има 4 степена}$$

$$i_{IV} = i_{IV} : q \quad - \text{ако мењач има 5 степена преноса}$$

Претходна извођења су изведена уз претпоставку да приликом пребацивања степена преноса у виши нема смањивања брзине. Међутим, чињеница је да ипак долази до смањења брзине и то утолико више уколико је брзина кретања возила већа, због тога што су при вишим брзинама већи и отпори кретању, пре свега отпор ваздуха.

Другим речима

$$V_{n+1} < V_{nmax} \text{ па је стога } \frac{n_1}{i_{n+1}} < \frac{n_{Pmax}}{i_n} \text{ односно } \frac{i_n}{i_{n+1}} < \frac{n_{Pmax}}{n_1} \quad (18)$$

на основу наведеног следи и закључак да би се „губитак“ брзине смањено потребно је да у стварности влада однос између степена преноса

$$\frac{i_{IV}}{i_V} < \frac{i_{III}}{i_{IV}} < \frac{i_{II}}{i_{III}} < \frac{i_I}{i_{II}} \quad (19)$$

На тај начин се повећавају средње брзине кретања и смањује "размак" између два степена преноса (код виших степена), што је основни недостатак код расподеле међустепена са геометријском прогресијом када има више степена преноса.

Одређивање првог степена преноса

Важно питање које се поставља је како одредити први степен преноса у мењачу. За решавање овог проблема треба поћи од поставке да возило мора да савлада све отпоре на путу. Уз претпоставку да ће се највећи отпор савладати највећом вучном силом у I степену преноса, види се да је највећа вучна сила (на поласку):

$$F_O = G \cdot f \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha = G(f \cos \alpha + \sin \alpha) = G \cdot u \quad (20)$$

Узимајући да је за мале углове $\cos \alpha = 1$ и $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx 1$ (за углове до 10° грешке практично нема), могуће је збир коефицијената ($f + p$) изразити коефицијентом u .

Како је максимална вучна сила директно зависна од обртног момента мотора и степени преноса у трансмисији, следи

$$F_O = \frac{T_{max} \cdot i_0 \cdot i_I \cdot \eta_t}{r_d} = G \cdot u \quad \text{односно} \quad i_I \geq \frac{u_{max} \cdot G \cdot r_d}{T_{max} \cdot i_0 \cdot \eta_t} \text{ где су:} \quad (21)$$

i_I – први степен преноса

$u_{max} = f \cos \alpha + \sin \alpha$ – максимални отпори пута

G - тежина возила

r_d - динамички полупречник точка

T_{max} - максимални обртни момент мотора

i_0 - степен преноса у погонском мосту

η_t - степен корисности трансмисије

f - коефицијент отпора котрљању

α - угао нагиба пута

Мора се водити рачуна да максимална сила вуче на погонским точковима (F_i) не сме да пређе максималну адхезиону силу између погонских точкова и подлоге, која се рачуна према

$$F_i = Z_i \cdot \mu \quad (22)$$

Z_i - тежина приањања на погонску осовину,

μ - коефицијент трења између погонског точка и тла

Тежине које падају на поједине погонске осовине су:

за предњу погонску осовину $Z_1 = \frac{G(l_z + h_t \cdot f) \cos \alpha}{l + h_t} \quad (23)$

за задњу погонску осовину $Z_2 = \frac{G(l_p - h_t \cdot f) \cos \alpha}{l - h_t} \quad (24)$

l_p - растојање центра предње осовине до тежишта

l_z - растојање центра задње осовине до тежишта

h_t - висина тежишта од подлоге

l - осовинско растојање

f – коефицијент отпора котрљању

Из наведеног следи да први степен преноса мора задовољити услов

$$\frac{u_{max} \cdot G \cdot r_d}{T_{max} \cdot i_0 \cdot \eta_t} \leq i_l \leq F_\mu \quad (25)$$

Наведени начини рачунања међустепена важе за возила која се крећу нормалним путевима. За тешка теретна и радна возила, која су често принуђена да се крећу и ван путева или пак у условима веома великих отпора кретања, начин прорачуна се разликује.

Наиме, таква возила обично имају 5 или 6 степена преноса, па се код њих први степен преноса увек рачуна на основу максималних отпора кретања. Други степен преноса се

рачуна на основу нормалних отпора кретању при поласку возила и на тај начин се први степен преноса искључује из укупног дијапазона "d" и остали међустепени се расподељују на описани начин, с тим да је пети степен преноса "директни" а шести тзв. "штедни ход". Поред тога код оваквих возила се врши корекција померањем ка вишим брзинама тј.

$$\frac{i_{II}}{i_{III}} > \frac{i_{IV}}{i_V} > \frac{i_{n-2}}{i_{n-1}} > \frac{i_{n-1}}{i_n} \quad (26)$$

Разлог овоме је да се на тај начин повећавају средње брзине кретања и смањује "размак" између два степена преноса (код виших степена), што је основни недостатак код расподеле међустепена са геометријском прогресијом [6].

б) Избор међустепена по аритметичкој прогресији

Код оваквог избора међустепена разлика између суседних степени је увек константна тј.

$$i_I - i_{II} = i_{II} - i_{III} = \dots = i_{n-1} - i_n = const \quad (27)$$

чиме се добија да је у вишим степенима преноса разлика између брзине мања, чиме се „исправља“ основни недостатак геометријске расподеле. Тиме је уједно и мања разлика угаоних брзина на квачилу при промени у следећи степен преноса (виши или нижи) па је и мање проклизавање квачила а тиме и боље убрзање у вишим степенима преноса.

Оно што је предност за више, то је недостатак за ниже степене преноса, односно, разлика између брзина у нижим степенима преноса је већа, па се појављује могућност да услед већег смањења броја обртаја мотора, исти падне у област нестабилног режима рада, услед чега почиње да се „гуши“, као последица смањивања обртног момента мотора односно вучне силе (управо када је најпотребнија). Као следећа последица овога је и веће проклизавање квачила у периоду укључивања истог а и убрзање у нижим степенима је мање.

На дијаграму слике 15, који упоредо приказује геометријску и аритметичку расподелу преносних односа на тестерастом (n - v) дијаграму, најбоље се може и илустровати напред речено.

Другим речима, код геометријске прогресије, разлика брзина возила између појединих степена увек је различита и то увек виша у вишим степенима преноса

$$(v_V - v_{IV}) \neq (v_{IV} - v_{III}) \neq (v_{III} - v_{II}) \neq (v_{II} - v_I) \text{ односно } (v_n - v_{n-1}) \neq (v_{n-1} - v_{n-2}) \quad (28)$$

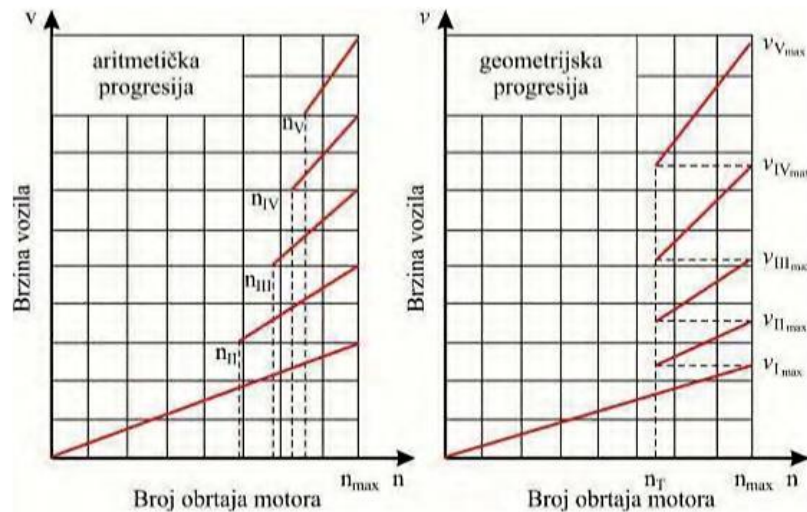
док је распон бројева обртаја мотора приближно једнак у свим степенима преноса ($n_{T_{max}}$ до $n_{P_{max}}$).

За разлику од наведеног за геометријску прогресију, код аритметичке прогресије разлика брзина возила између појединих степена увек је приближно једнака, то јест

$$(v_V - v_{IV}) = (v_{IV} - v_{III}) = (v_{III} - v_{II}) = (v_{II} - v_I) \text{ односно } (v_n - v_{n-1}) = (v_{n-1} - v_{n-2})$$

док је распон бројева обртаја мотора различит у свим степенима преноса (n_{min} до $n_{max} \sim n_{p_{max}}$). Због тога најчешће није могуће да се пребацивањем степена преноса у виши постигне да минимални број обртаја у вишем степену преноса буде у близини $n_{T_{max}}$, што је уствари, како је већ речено и недостатак аритметичке прогресије.

Из наведеног следи да би најбољи мењач био онај који би у нижим степенима преноса имао расподелу по геометријској прогресији а у вишим да се расподела приближи аритметичкој прогресији, чиме би разлика између суседних брзина била мања и приближно једнака. На тај начин би се спојиле предности обеју расподела а отклонили недостаци, односно добило би се најбоље убрзање у свим степенима преноса [6].



Слика 15. Разлике брзина при аритметичкој (лево) и геометријској (десно) расподели степени преноса

ц) Избор међустепена према условима стабилности рада мотора

При промени "брзина" у виши степен може да се догоди да се број обртаја мотора нађе у нестабилном подручју, тј. оном где је број обртаја " n " мањи од броја обртаја при максималном моменту. Као последица повећању отпора кретању може да се појави нагло смањење броја обртаја мотора.

Да би се то избегло треба тежити да се увек обртаји мотора нађу у стабилном подручју тј. између броја обртаја при максималном моменту " $n_{T_{max}}$ " и броја обртаја при макс. снази " $n_{p_{max}}$ ". Другим речима, при пребацивању у виши степен преноса требало би да број обртаја мотора са $n_p = n_{p_{max}}$ „падне“ на број обртаја када обртни момент мотора највиши ($n_T = n_{T_{max}}$)

Математички изражено, брзина на погонском тачку v_{nt} би за n -ти степен преноса би била при n_T броју обртаја мотора

$$v_{nt} = \frac{r_d \cdot \pi \cdot n_T \cdot 3,6}{30 \cdot i_o \cdot i_{n+1}} \quad (29)$$

Како је макс. брзина у $n+1$ -ом степену преноса за број обртаја при максималној снази (максималан број обртаја) „ n_P “

$$v_{\max(n+1)} = 0,337 \frac{r_d \cdot n_P}{i_o \cdot i_{n+1}} \quad (30)$$

Дељењем ових једначина добија се однос

$$\frac{v_{\max(n+1)}}{v_{nt}} = \frac{n_P}{n_T}$$

односно генералисано за све степене преноса

$$\frac{v_{II}}{v_I} = \frac{v_{III}}{v_{II}} = \dots = \frac{v_n}{v_{n-1}} = \frac{n_P}{n_T} = q = \text{const} \quad (31)$$

Преведено на изразе за степене преноса, следи

$$\frac{i_I}{i_{II}} = \frac{i_{II}}{i_{III}} \dots = \frac{i_{n-1}}{i_n} = \frac{n_{P_{\max}}}{n_T} = q = \text{const} \quad (32)$$

што би значило да се међустепени налазе такође по геометријској прогресији само са степеном прогресије

$$q = \frac{n_P}{n_T} \quad (33)$$

Закључак свега наведеног би био да степене преноса у мењачу, за ниже степене преноса, треба бирати према геометријском реду са степеном прогресије - приближно $\frac{n_P}{n_T}$, а у вишим степенима фактор прогресије би требало да се приближава аритметичкој прогресији.

4. Мењачи возила за превоз путника

Мануелни преносник, односно мануелни мењач, познат и као стандардни пренос, представља тип преноса који се примењује у моторним возилима. Најчешће возач користи обичну управљачку педалу или полугу (квачило), како би регулисао пренос из обртног момента мотора са унутрашњим сагоревањем до преноса, и ручице мењача, било да се покреће ногом (као што је случај са мотором) или ручно (као у колима). Конвенционални мануелни мењач је често базна опрема у аутомобилу, са опцијом за аутоматски пренос као што је аутоматски мењач, полу-аутоматски мењач, или стално променљиви пренос. Мануелни преносник се најчешће састоји од квачила и покретне опреме - ручице мењача. Мануелни мењач код већине аутомобила пружа могућност возачу да одабере било који однос брзине у сваком тренутку. Нека возила као што су полумоторна возила или мотоцикли и као неке врсте тркачких аутомобила, пружају могућност возачу да одабере следећи већи или следећи нижи степен преноса. Овај тип преноса се понекад назива секвенцијални мануелни мењач. Секвенцијални преноси се користе обично код тркачких аутомобила и омогућавају брзу промену степена преноса. Мануелним преносним односом може се изабрати закључавање изабраних парова степена преноса на излазу вратила. Аутоматски пренос код којег возач има могућност да ручно изабере тренутну брзину, зове се полуаутоматски.

У мануелном мењачу постоје 3 вратила:

- улазно (погонско)
- излазно (гоњено)
- помоћно

Улазно вратило

Снага са мотора се преноси на улазно вратило преко квачила - фрикционе спојнице. Када је педала квачила отпуштена, фрикционе плоче (ламеле) се споје, и на тај начин се омогућава да се снага у потпуности пренесе на улазно вратило мењача. које је помоћу пара зупчаника спрегнуто са помоћним вратилом [10].

Помоћно вратило

Из горњег објашњења може се закључити да се помоћно вратило окреће када се окреће и улазно вратило мењача.

На другом делу помоћног вратила има онолико зупчаника колико постоји степени преноса (брзина), на пример за петостепени мењач постоје 5 зупчаника. Они су круто спојени са помоћним вратилом и окрећу се заједно са њим. Сваки од тих зупчаника спрегнут је са одговарајућим зупчаником на излазном вратилу.

Излазно вратило

Зупчаници који се налазе на излазном вратилу окрећу се са зупчаницима на помоћном вратилу, али они нису чврсто спојени са вратилом на којем се налазе (излазно).

Између зупчаника на излазном вратилу и самог вратила смештени су лежајеви и они обезбеђују независно обртање зупчаника и вратила [10].

Снага се даље преноси са излазног вратила на диференцијал, полуосовине и на крају на точкове. Веза излазног вратила и точкова је таква да се излазно вратило окреће када се окрећу и точкови, и обрнуто. Када је мењач у “леру”, а ауто се креће, вратило се окреће и тада. Лежајеви уграђени између вратила и зупчаника обезбеђују да се окретање точкова не мора преносити на мотор, због тога што зупчаници проклизавају на вратилу.

Синхрон спојница

Синхрон спојница је део који има задатак да чврсто повеже зупчаник и вратило јер између зупчаника на излазном вратилу и самог вратила постоји лежај.

До остварења пуног контакта између помоћног и излазног вратила долази у тренутку када синхрон спојница споји зупчаник на излазном вратилу и само вратило. Овако се омогућава затварање везе мотор-мењач-точкови.

У тренутку спајања ова два вратила постоји проблем различитог броја обртаја помоћног и излазног вратила. Мотор једном брзином окреће улазно и помоћно вратило, а точкови другом брзином окрећу излазно вратило и због тога настаје разлика у брзини окретања. Синхрон спојница такође решава и овај проблем тако што има за задатак да изједначи (синхронизује) брзине окретања та два вратила.

Избор степена преноса

Избор степена преноса код мануелног мењача возач врши помоћу ручице мењача у кабини. Када возач помери ручицу, она системом полуга покрене виљушку за избор брзине, док виљушка даље покреће синхрон спојницу и спаја је са одговарајућим зупчаником за жељени степен преноса.

Рикверц

Између зупчаника на помоћном вратилу и зупчаника за кретање у назад на излазном вратилу ставља се још један зупчаник у мењач како би се постигла могућност кретања у назад. На тај начин се окреће смер окретања зупчаника на излазном вратилу и самог вратила. Како рикверц степен преноса није синхронизован, потребно је да се ауто који се креће унапред потпуно заустави, пре него што се ручица мењача помери у положај за кретање у назад. Кретање аутомобила уназад ствара буку јер су зуби на овом зупчанику равни, нису закошени [10].

Савремени аутомобили са мануелним мењачем обично користе четири до шест брзина за кретање возила напред и једну за уназад (рикверц). Преносници за тешке камионе и друге тешке опреме најчешће имају најмање 9 брзина, јер такав пренос може да понуди и широк спектар средстава и преносних односа. Код тешких возила, преносни систем има десетине зупчаника, али многи су исти, уведени као несрећне комбинације зупчаника, или уведени ради једноставнијег померања. Тешки камиони често користе несинхронизовану

трансмисију, док војни камиони обично имају синхронизовану трансмисију, која олакшава руковање у кризним ситуацијама необученим особама.



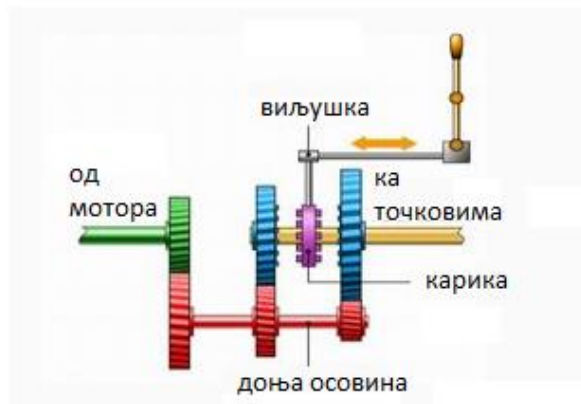
Слика 16. Изглед мануелног мењача

Код путничких возила, мануелни мењачи су обично опремљени са 4, 5 или више, а од недавно и 6 преноса унапред, код конвенционалних мануелних мењача са ручицом мењача, и до 8 преноса напред у полу-аутоматском мењачу. Углавном сви имају један ход уназад. Код три или четири брзине преноса унапред, у већини случајева највишег степена, пренос је директан (односно однос 1:1). За пет брзина преноса, највећа брзина је обично „*overdrive*” степен преноса, уз однос мањи од 1:1. Старије врсте аутомобила генерално су опремљене са 3-брзине преноса, или 4-брзина преноса, за високе перформансе модела, и 5-брзина преноса код најсавременијих аутомобила. У 1970-ој години, мењач са 5-брзина преноса почео је да се појављује са ниским ценама аутомобила масовно на тржишту, па чак и у компактним комби возилима. У данашње време на масовном тржишту аутомобилски мануелни мењачи у суштини су сви са 5-брзина, док мењачи са 6-степеним преносом почињу да се појављују у возилима са високим перформансама у раним 1990-им, а недавно је почео да се нуди на неким високо ефикасним и конвенционалним возилима. Неки 7-степени мануелни мењачи се нуде на *high-end* перформансним аутомобилима, као што су Bugatti Veyron 16,4, или BMW M5. Недавно се чак почело нудити и 8-брзина преноса, као код аутомобила као што су Lexus IS F.

4.1. Начин функционисања мануелног мењача

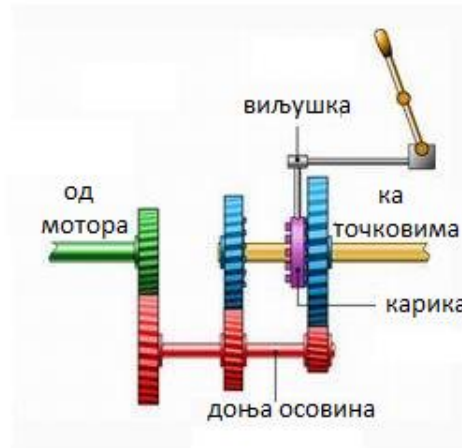
Двостепена трансмисија

На једноставном примеру двостепене трансмисије ћемо објаснити како функционише мануелна трансмисија. На слици испод је приказан такав вид трансмисије и може се видети неколико целина овог система.



Слика 17. Двобрзински пренос у неутралном положају

На слици је представљен зелено обојени зупчаник који ротира око своје осе, која је овде излазни крај са самог мотора возила. Мотор прави одређени број обртаја који се преко зелене осовине преноси на зелени зупчаник, који ротира истом брзином и у истом смеру као и мотор. На зелени зупчаник се наставља црвени, увек су повезани и увек зависе од саме брзине окретања мотора. Везом између излазног краја из мотора и улаза трансмисије и овим зупчаником се омогућава покретање доње трансмисионе осовине. Она садржи још зупчаника који еје једнак степену преноса аутомобила. Доња, црвена, осовина се окреће истом брзином или у увек истом односу са брзином окретања мотора. Везу између црвених и плавих зупчаника ћемо представити на примеру бицикла. У том случају је црвени зупчаник заправо зупчаник педале а плави зупчаник је зупчаник на задњој осовини бицикла. Окретањем педала утичемо на покретање првог зупчаника који је ланцем везан за онај на задњој осовини. Црвени покреће мотор, док су плави взани за осовину која представља излаз трансмисионог система и везана је за погонске точкове. Сви зупчаници су различите величине и када би сви били повезани као што је на слици и приказано, не би били синхронизовани и дошло би до пуцања осовине или неког од зупчаника. Црвени и плави зупчаници су везани али се плави слободно крећу око своје осе, нису везани за осовину на којој се налазе, имају мале лагере који им омогућавају ротирање. Дакле, у нашем случају, ће се око осе ротирати оба плава зупчаника, и то десни брже од левог. Осовина мирује и њу треба везати љубичастом кариком кружног облика која је виљушком везана за ручицу мењача и фиксирана је за излазну осовину. Убацивањем у прву брзину померамо ручицу мењача унапред а ову карику уназад, тако да се он езује за зупчаник првог степена преноса и то тако што карика директно везана за излазну осовину врши ротирање. На овај начин се посредно везују зелени, црвени и на крају одређени плави зупчаник [11].



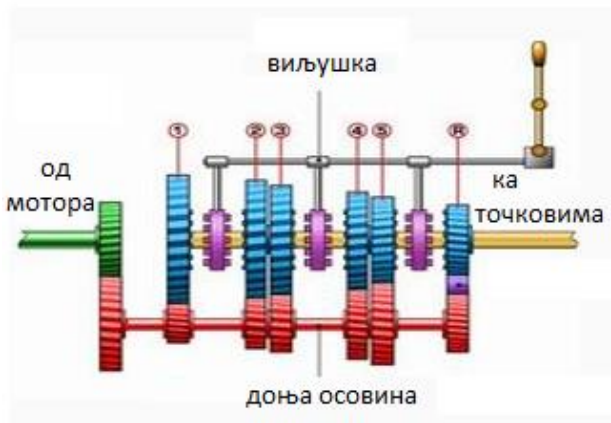
Слика 18. Двобрзински пренос у првој брзини

На овој слици се може видети двостепена трансмисија у првом степену преноса. Поставља се питање како се може повезати карика (љубичасти део на слици) са плавим зупчаником ако смо већ напоменули да се плави креће у истом темпу као и сам мотор. Пребацивање степена преноса када је све то у покрету није могуће извршити и тада велику улогу има квачило. Оно одваја рад мотора и осовине која води до трансмисионог система а то је на слици зелени део. Овако се зауставља ротирање свих зупчаника унутар система да би се повезали карика и зупчаник одређеног степена преноса. Ротирање се преноси на излазну осовину трансмисије путем плавог зупчаника пуштањем педале квачила.

Петостепена трансмисија

Код петостепене трансмисије је принцип исти као и код двостепене, само што имамо више степена преноса, а самим тим и више зупчаника, такође имамо и зупчанике за рикверц, као и више виљушки везаних за саму ручицу мењача.

На примеру са два степена преноса имали смо три позиције ручице мењача- лер (неутрал), када је позиција ручице у средини, као и сама позиција карике; затим први степен преноса када померањем ручице унапред карику померамо уназад, и други степен преноса, када ручицу померамо уназад. То је класична линијска трансмисија. У данашње време на серијским аутомобилима имамо трансмисију N-типа која је сложенија ради успешног уклапањасвих 4, 5 односно 6 степени преноса [11].



Слика 19. Петостепени мануелни мењач

Петостепенa трансмисија садржи 5 плавих зупчаника и рикверц, што захтева и 3 карике и 3 виљушке. Померањем ручице улево активираћемо прву карику, када бирамо да ли ћемо је ставити у положај за први или други степен преноса. Враћањем ручице активираћемо другу карику која се односи на трећи и четврти степен, а њеним померањем у крајњи десни положај стављамо у акцију трећу карику када бирамо између пете брзине и рикверца. У новом N-шаблону рикверц може бити и уз прву и другу брзину. Синхронизација између одређених зупчаника, односно између мотора и трансмисионог система је сложена, па су управо зато битни односи између брзине ротирања мотора и излазне трансмисије. Такође, на сликама можемо уочити и разлику у величини зупчаника, плави је изразито великог а црвени малог пречника. То омогућава лакше покретање аутомобила из места али не гарантује и већу брзину. Принцип хода уназад је врло једноставан. Рикверц има плави зупчаник који ротира слободно око своје осе и повезан је са црвеним зупчаником. Присуство још једног врло малог зупчаника између плавог и црвеног је једина разлика код овог система. Он мења смер кретања осовине излазне трансмисије и врши кретање уназад. Одатле видимо да се аутомобил налази у стању мировања са ручицом у позицији рикверца. Ако се креће у леру, притиском на квачило се може пребацити у рикверц, али пуштањем папучице ће доћи до озбиљног оштећења или експлозије [11].



Слика 20. Зупчаник за рикверц

4.2. Врсте мануелних мењача

Степенасти мењач

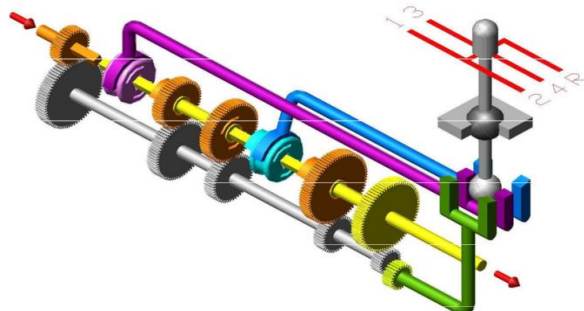
Код многих савремених путничких аутомобилима, зупчаници су одабрани од стране повезаних преноса преко везе или каблова који су монтирани на поду аутомобила. То се назива ручицом мењача. Померањем полуге напред, назад, лево и десно у специфичним позицијама бира се одређени пренос. На слици испод је приказан распоред четири брзина и ходом уназад. Позиција N означава неутрални положај. У овом положају нема преноса и мотор је тада одвојен од погонских точкова. У стварности, цела хоризонтална линија представља неутралан став, иако је ручица мењача обично опремљена са опругама, тако да ће се вратити на N позицију, ако не пређе у други степен преноса. R (рикверц) означава обрнуто тј. положај зупчаника са којим се врши кретање возила уназад [3].



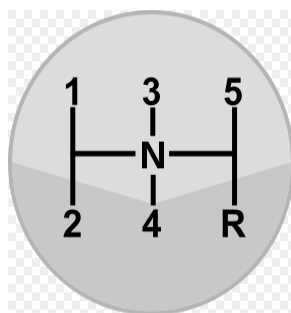
Слика 21. Степенасти мењач

Овај распоред се назива образац смене. Због смене квадранта, основни распоред се често назива "N" образац. Образац смене је обично утиснут или одштампан на ручици мењача или близу ње. Локација рикверца није обрнута без обзира што је распоред од прве

до четврте брзине скоро универзалан. Он се може налазити у горњем левом углу образа смене, у доњем левом, у доњем десном углу, или у горњем десном углу. Обично постоји механизам који дозвољава само избор рикверца из неутралног положаја.



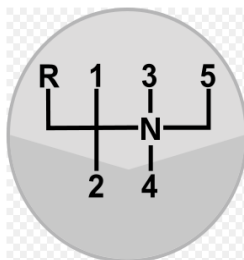
Слика 22. Тродимензионални приказ четворобрзинског мењача [3]



Слика 23. Најчешћи образац са пет брзина

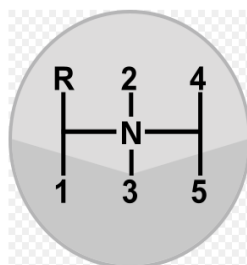
Овакав распоред је прилично интуитиван, јер почиње у горњем левом и ради са лева на десно, одозго на доле, са рикверцом на крају секвенце и према задњем делу аутомобила.

Ово је други петостепени образац брзина, који се може наћи у Saab-у, BMW-у, неким моделима Audi-ја, Eagle, Volvo-а, Volkswagen-а, Škode, Opela, Hyundaia, Renault-а, неки дизел модела Ford-а, и још много других.



Слика 24. Петостепени образац брзина

Држач-извода прве брзине, јесте образац који се користи на многим тркачким аутомобилима као и на старијим возилима са три брзине преноса [3].



Слика 25. *Држач-извода прве брзине*

Његово име потиче од померања ручице на горе па затим преко пута и између да би се извршио пренос из прве у другу брзину. Примењује се у тркачким аутомобилима и спортским аутомобилима, али шеста брзина се поништава. Код ове врсте мењача, прва брзина се користи само за покретање возила а самим тим се омогућава да друга и трећа брзина буду поравнате напред и назад једна од друге, што поједностављује њихову промену. Када се врши пренос од прве до друге брзине, већина мењача има приметно кашњење. Овај образац зупчаника слабо се користи у нормалној вожњи и може се наћи на неким тешким возилима у којима је први степен преноса изузетно ниског коефицијента за употребу у екстремним условима споријег старта.



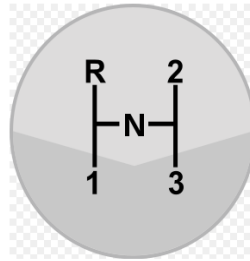
Слика 26. *Шестостепени мењач брзина [3]*

Шест брзина је максимално брзина колико се обично среће у једном опсегу преноса. Међутим, многи камиони и друга велика комерцијална возила поседују ручне мењаче са 8, 16 или чак 20 брзина, што је омогућено захваљујући мулти-опсегу мењача. Код оваквих образаца, рикверц се налази ван "N", са клинастом сменом, како би се спречило да полуге заузимају превише простора за возача. Ово је најчешћи распоред за шестостепени мануелни мењач.

Мењач монтиран на стубу

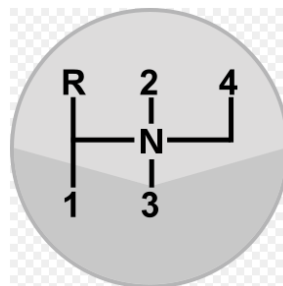
Код неких аутомобила, ручица мењача је монтирана на стубу волана. То је уобичајено у неким земљама у прошлости, али данас је то редак случај. Међутим, многи аутоматски мењачи користе и даље ово место за постављање мењача. Овакав мењач је

механички сличан степенастом мењачу. Код њих се промена степена преноса дешава у вертикалној равни, уместо једне хоризонталне. Битна предност мењача монтираног на стубу је то да возач може да се пребацује између два најчешће коришћена преноса без испуштања управљачког точка, активирајући полугу користећи кажипрст и средњи прст. Мењач монтиран на стубу са 3-брзине, звани "три на дрво" почео је да се појављује у Америци у касним 1930-им и постао је уобичајен током 1940-их и 1950-их. Његов изглед је приказан на слици испод:



Слика 27. Мењач монтиран на стубу са 3-брзине

Код 3-брзинског мењача, први степен преноса назива се често "низак", док је трећи обично називан "висок". Међутим, код европских и јапанских модела почели су да се примењују 4-степени мењачи монтирани на стубу и неки су нашли свој пут на тржишту САД-а. Овакав мењач је приказан на следећој слици:



Слика 28. Четворостепени мењач брзина

Након тога, мануални тип оваквог мењача нестао је у Северној Америци, средином 1980-их. Последњи модел у којем се појављује у 1986 години је Ford F-150. Али у остатку света, мењач монтиран на стубу остао је у производњи, и био је у ствари уобичајен у неким местима. На пример, сви Toyota Crown и Nissan Cedri, таксији у Хонг Конгу су имали 4-степени мењач све до 1999 године, када је почео да се нуди аутоматски. Од краја 1980-их и раних 1990-их, напредак је био 5-степени мењач у неким комбијима који се продају у Азији и Европи, као што су Toyota Hiace и Mitsubishi L400 [3].



Слика 29. Мењач монтиран на стубу

Мењач монтиран у конзоли

Новији мали аутомобили и MPV (породични аутомобили), као Suzuki MR Wagon, Fiat Multipla, Toyota Matrix, Pontiac Vibe, Chrysler RT и Honda Civic Si EP3 могу се појавити са ручним или аутоматски мењачем. Он се налази на инструмент табли возила. Мењач монтиран у конзоли може бити монтиран на пренос и сличан је степенастом мењачу код већине савремених аутомобила који раде на хоризонталној равани. Све више малих аутомобила и комбија од произвођача као што су Suzuki, Honda и Volkswagen карактеришу се мењачима монтираним у конзоли. Тиме се добија на простору на поду аутомобила за друге функције као што су преграде, без потребе да се ручица монтира на на стуб волана. Основна локација ручице мењача је боља у односу на локацију код мењача монтираног на стубу [12].



Слика 30. Мењач монтиран у конзоли [12]

Полу-аутоматски мењач

Новије трансмисије (као на пример, Alfa Romeo Selespeed мењач и BMW секвенцијални мењач) чине спој мануелних мењача са компјутеризованим контролним

механизмом. Ова функција трансмисије врши независан избор брзине, али нема педалу квачила. Зато рачунар контролише серво управљач који активира квачило када је то потребно. Оваква трансмисија разликује се од секвенцијалних трансмисија зато што они и даље дозвољавају несеквенцијалну смену брзина.

Предности и недостаци

Предности

Мануални мењачи уопштено омогућавају бољу искористивост горива него аутоматски мењачи, али разлика се изједначава донекле увођењем закључавања конвертора обртног момента на аутоматским мењачима. Повећана потрошња горива са правилно управљањем возилом мануелним мењачем, у односу на еквивалентну вожњу са аутоматским мењачем може да се креће од 5% до око 15%, зависно од услова и стила вожње. Ови мењачи не захтевају активно хлађење и углавном су мање тежине него еквивалентни аутоматски. Осим тога, мануелни мењачи су доста једноставнији од аутоматских мењача и захтевају мање одржавања и лакши су за поправку, јер они имају мање покретних механичких делова. Када искусни возач правилно управља, мануелни мењач такође има тенденцију да траје дуже од аутоматских мењача. Ова врста мењача нуди углавном већи избор преносних односа. Многа возила нуде 5-степени или 6-степени пренос, док би код аутоматског обично било 4-брзине. Када је већи избор дозвољених брзина боље се употребљава енергија рада мотора, што омогућава економичнију потрошњу горива и боље искоришћење снаге. То је углавном због расположивог простора унутар мануелног мењача у односу на аутоматски, зато што аутоматски захтева додатне компоненте за аутоматску-активацију, као што је конвертор обртног момента и пумпа. Како технологија сазрева, аутоматском мењачу се сада додаје још брзина. ZF тренутно чини 8-степени аутоматски мењач, који се користи на Rolls Rouse Ghost и Bentley Mulsanne. Аутоматски мењач у Nissan 3703 има 7 брзина.

Од конвенционалних мењача су ефикаснији мануелни мењачи. Са мануелним возач има више директне контроле над колима него са аутоматским мењачем, који могу бити коришћени од стране искуснијих, образованих возача. На пример, приликом покретања напред, возач може да контролише колики је обртни момент који се преноси на пнеуматике, што је корисно на клизавим површинама као што су лед, снег или блато. То се може урадити деловањем на квачило, или са покретањем у другом степену преноса уместо у првом. У комбинацији са мануелним мењачем мотор често може бити покренут методом стартовања покретањем возила а то је посебно корисно ако се испразни батерија испод потребног напона или ако је стартер неупотребљив или мртав.

Тренутно, возачу омогућавају само потпуно мануелни мењачи да у потпуности искористе снагу мотора на ниским и средњим брзинама мотора. На путевима са успоном је ово посебно приметно, где аутомобили са аутоматским мењачем требају успорити како би се омогућила смена у нижи степен преноса, док су аутомобили са мануелним мењачем са истом или мањом снагом мотора још увек у стању да одрже своју брзину. Већина

аутоматских мењача, за разлику од већине мануелних мењача, имају слободан ход точкова активацијом квачила. То значи да мотор не успорава аутомобил, када возач искључи гас [3].

Недостаци

Правилно време промене преноса и глаткоћа у потпуности зависе од искуства и вештине возача. До оштећења мотора и система преноса може довести неискусан возач који грешком изабере погрешну брзину.

Покушај да се изабере рикверц, ако се возило креће напред изазива озбиљна оштећења опреме, па у складу са тим већина мануелних мењача имају закључавање рикверца. До оштећења мотора такође може довести и избор сувише ниског нивоа преноса када се ауто креће великом брзином. То је последица погрешног учења коришћења мануелног мењача, јер возач мора да развије осећај за правилно ангажовање квачила, посебно када креће напред на стрмом путу или код паркирања на нагибу. Неки аутоматски мењачи могу да мењају брзине брже него што се промена може реализовати мануелним, због времена потребног да просечни возач гура педалу квачила на поду и премешта ручицу мењача из једне позиције у другу, као на пример код преноса са двоструким квачилом. Иако код неких аутоматских мењача и полу-аутоматских мењача промена преноса може да се реализује брже, многи возачи и даље преферирају обичан мануелни мењач. Мануелни мењачи мало више оптерећују возача у тешким ситуацијама у саобраћају, када возач мора често да активира педалу квачила, у поређењу са аутоматским мењачем који захтева кретање ноге са папучице гаса на педалу кочнице, и обрнуто. Мануелни мењач захтева од возача да уклони руку повремено, с једне стране волана, док је возило у покрету [3].

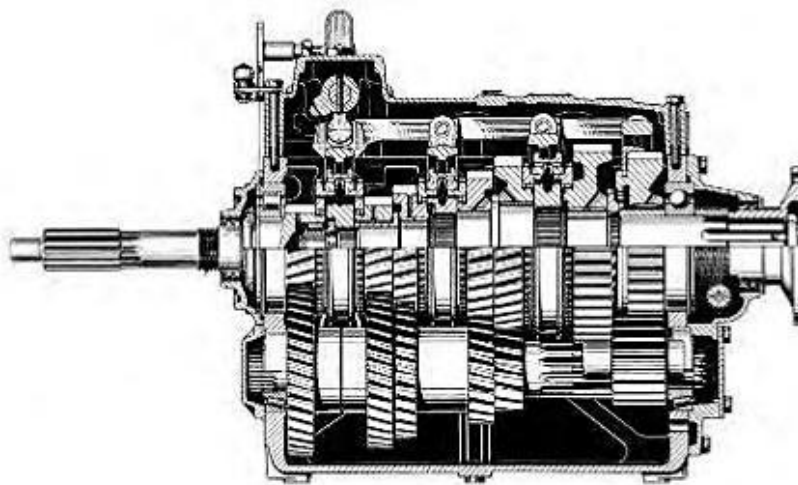
5. Мењачи возила за превоз терета

Мењачи су по својој функцији веома одговоран део склопа трансмисије, као што смо већ споменули, па су и захтеви који се пред њих постављају веома строги. Услови које мењачи треба да задовоље су:

- да омогуће рад мотора независно од рада осталог дела трансмисије са укљученом спојницом (рад мотора на празном ходу);
- да су веома издржљиви и једноставне конструкције што гарантује лакоћу при одржавању и сигуран рад;
- да им је механички степен искоришћења висок и да имају висок степен искоришћења снаге мотора;
- да омогуће кретање возила уназад (према Закону о безбедности у саобраћају сва возила са укупном масом већом од 400 кг морају да имају могућност кретања уназад);
- да су малих габарита, тежине и јефтине за производњу;
- да раде са што мање шума и да су подесни за руковање [6].

Споменули смо да су савремени мењачи тако конципирани да су сви парови зупчаника увек у захвату, а мењање преносних односа се постиже укључивањем канцастих спојница са одговарајућим зупчаницима. Већина зупчаника су слободно окретљиви на својим осовинама, док канцасте спојнице, преко којих се снага преноси на вратила, клизе по ожљебљеном вратилу.

Савремени мењачи имају тзв. "синхронизаторе" чија је основна функција да потпуно искључе или бар ублаже динамичка напрезања при укључивању појединих степена преноса, који се у принципу користе како за путничка тако и теретна возила. То су мењачи који поред склопова зупчаника са косим зупцима имају мале фрикционе спојнице, најчешће конусне, чији се конусни прстен пре спајања канци навлаче на конусни трн канци и својим трењем изазива уједначење периферних брзина зупчаника. Оне поред овога имају и механизам за међусобно забрављивање [6].



Слика 31. Мењач са шест степени преноса теретног возила

Овај механизам се налази између свака два пара зупчаника у сталном међусобно захвату, другим речима код четворостепеног мењача довољна су два уређаја за синхронизацију, а код тростепених и петостепених могуће је конструкцију направити и са три оваква механизма, при чему први степен обично није синхронизован, док је код компликованијих па тиме и скупљих конструкција могуће је и њега синхронизовати. Зупчаници су изведени са косим озубљењем, осим зупчаника за ход уназад који обично нема синхронизациони уређај, а изводи се или као зупчаник са клизним зупчаником или са стално упареним зупчаницима када су исти са косим зупцима. Поузданост рада мењача се постиже већом крутошћу кућишта и вратила мењача, због чега се у кућишту изводе преграде и ребра, а најоптерећенији зупчаници се смештају близу лежачева [6].

Ови мењачи се изводе веома често и као једноосни мењачи, што значи да су погонско и гоњено вратило изведени колинеарно и имају слободно обртне зупчанике, док је помоћно вратило са фиксираним зупчаницима. По особеностима сасвим су изједначени са двоосним мењачима, осим што су габаритно различити. Наиме једноосни су знатно дуже конструкције али мањег обима, те су прихватљиви за уградњу код нископодних возила или за уградњу трансмисије у возила са тунелском концепцијом. Двоосни мењачи су пак знатно краћи, али са већим обимом и најчешће су заступљени код теретних возила. Ови се најчешће за путничка возила изводе са главним осовинским преносником у истом кућишту са мењачем [13].

Механизам за синхронизацију има своје тело, које је жљебовима спојено са главним (погонским) вратилом и може по њему да се уздужно помера. Са обе стране носи по један прстен од синтер бронзе са унутрашњим конусом. Конусна рупа у прстену и спољни конус на трну зупчаника чине једну фрикциону конусну спојницу, која има функцију изједначења брзина зупчаника при укључивању.

Данас постоји доста различитих врста трансмисија у камионима. Неке су изграђене за мале моторе, неке за велике а неке су изграђене за вучу тешких терета. Без обзира на величину, сви они обављају исту функцију, што помаже возилу да остане у покрету.

И код камиона, постоје два главна типа трансмисије: мануелна и аутоматска. Раније је било да камиони долазе само са мануелним мењачима, али пошто је аутоматска трансмисија постала широко распрострањена у производњи возила, произвођачи камиона почели су их укључивати у своје дизајне како би олакшали вожњу [13].

Због ефикасније синхронизације, врло тешки камиони често користе мануелни мењач. Неки камиони имају трансмисију која изгледа и понаша се као обична ауто трансмисија - ови преноси се користе на лакшим камионима, и обично имају до 6 брзина, и синхронизацију. За камионе којима је потребно више зупчаника, стандардни "N" образац може бити веома компликован, тако да се додатне контроле користе за избор додатних брзина. "N" модел се задржао, а онда додатну контрола бира између алтернативних брзина. У новије време пнеуматски прекидач је постављен на "N" полугу, код старијих возила контрола је често одвојена полуга монтирана на поду, док је у новијим камионима контрола често електрични прекидач постављен на "N" полугу. У камионе много веће снаге су уграђени мулти-контролни мењачи, али ретко користе синхронизатор.

За образац промене брзина постоји неколико уобичајених алтернатива. Уобичајене врсте су:

Опсежни пренос који користи "N" модел кроз уски опсег брзина, затим "опсег" контроле помера "N" образац између високих и ниских опсега. На пример, опсег са 8 брзина преноса је образац смене са четири брзине. Од првог до четвртог зупчаника се приступа када је изабран низак опсег а како би приступили од петог до осмог зупчаника, селектор опсега је премештен у високом опсегу, док ручица мењача поново селекује пренос преко прве до четврте брзине. У средњем опсегу, позиција првог степена преноса постаје пета, док позиција другог степена преноса постаје шеста, и тако даље [3].



Слика 32. Образац са 8 брзина [14]

Пренос са разделником користи "N" модел са широким спектром зупчаника, а други селектор дели сваку секвенцијалну позицију на два дела: први степен преноса у првој позицији / низак разделник, други степен преноса у првој позицији / висок разделник, трећи степен преноса на другом месту / низак разделник, четврти степен преноса је на другом месту / висок разделник, и тако даље.

Још више преносних односа омогућава опсежни пренос који са разделником комбинује пренос по опсегу и опрему за раздвајање. Томе доприносе оба селектора опсега и дељитеља селектора. Иако постоји много позиција брзина, мењајући их зупчаници обично следе уобичајени образац. Преноси данашњих камиона су најчешће "опсежни са разделником". Најчешћи је са 13 брзина стандардни "N" образац, модел код кога од горњем левом на десно следи следи: рикверц, на доле на слободан ход, десно и горе је 1 брзина, доле 2, преко па горе до 3 брзине и доле до 4.

Мењачи тешких камиона готово су увек не - синхронизовани. Синхронизација је аргумент који би могао да буде од користи, а возачи пошто проводе хиљаде сати вожње могу узети времена да науче да ефикасно користе не-синхрони пренос. Тешки камиони обично имају дизел моторе. Дизел мотори камиона из 1970-тих и од раније углавном имају узак опсег моћи, тако да је потребно много зупчаника. Почевши од 1968 *Mahidune*, дизел мотори камиона све више користе турбо пуњач и електронске контроле које повећавају моћ мотора, што значи све мање и мање преносних односа. Због мање трансмисија у серији, пренос са мање брзина је лакши и ефикаснији. Од 2005, често се користе 9,10,13 или 18-брзина преноса, али и аутоматизовани мануелни и полу-аутоматски мењачи су све чешће на тешким возилима, јер могу да побољшају ефикасност и управљивост и може побољшати безбедност омогућавајући возачу да се концентрише на услове на путу [3].

6. Мењачи моторцикала

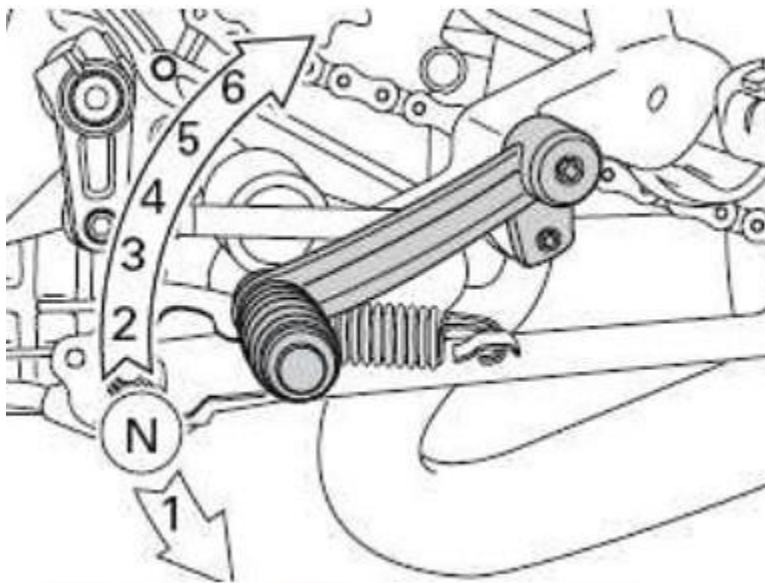
Трансмисије неких возила не пружају могућност возачу да произвољно одабере било који степен преноса, уместо тога, возач има могућност изабрати само степен нижи или следећи преносни однос.

Секвенцијална трансмисија обично садржи мање синхронно ангажовање механизма држача квачила (уместо синхронизације држача квачила заједничког на N-моделу аутомобилске трансмисије), и тада је квачило потребно само када се одабира први степен преноса или ход уназад од неутралног положаја.

Већина промена степена преноса може да се изврши без квачила. Секвенцијални мењач и синхрони нису сами по себи повезани, али се често јављају заједно, на пример код тркачких аутомобила и мотоцикала [3].

Секвенцијални преноси се углавном контролишу померањем мењача напред-назад, ножне педале, или скупа ручица монтираних иза волана. Међутим, у неким случајевима, ови делови су механички повезани на пренос. Код новијих примера, овим контролама су додати сензори који налажу да се изврши пренос. Он се може укључити у аутоматском режиму, где управљачка јединица контролише време смене, попут аутоматског мењача. Секвенцијална трансмисија се обично користи код мотоцикала, иако модел смене је незнатно модификован због безбедности. Промена преноса код мотоцикла се обично извршава активирањем педале левом ногом, и то по распореду:

6 ┘ 5 ┘ 4 ┘ 3 ┘ 2 ┘ N 1



Слика 33. Промена степена преноса код мотоцикала са шестобрзинским мењачем [1]

Педала иде један корак горе или доле од центра, пре него што достигне своје границе и мора бити дозвољено да се врати у централну позицију. Промена више преноса у једном правцу се постиже пумпањем педале више пута, било нагоре или надоле. Иако је неутрална позиција наведена као између прве и друге брзине за ову врсту преноса, она доводи до тога да су први и други степен преноса само "даљи" један од другог него било које друге две секвенцијалне брзине. Пошто ово може изазвати потешкоће у проналажењу неутралне брзине за неискусне возаче, већина мотоцикала поседују неутралну лампицу која се налази на инструмент табли, како би пронашли неутралну брзину. Разлог томе зашто неутрална нема своје место у низу јесте да се брже оствари помак од првог до другог степена, при кретању [3].

У зависности од старости мењача, мотора или вештине, може се случајно пребацити у неутралну брзину, а новији модели мотоцикла су нашли решење за овај проблем. Разлог за то што је неутрална између првог и другог зупчаника уместо на дну, јесте тај да када се заустави, возач може само кликнути доле и знаће да ће завршити у првом, а не неутралном степену. То омогућава да се брзо креће возач моторцикла и застане у ванредним ситуацијама. Ово може такође да помогне на стрмом брежуљку, када се захтева висок обртни момент.

Мотоцикли који се користи на тркама, често имају обрнут образац промене брзине, односно, возач кликће доле за већу брзину. Овакав образац повећава контролу постављањем стопала возача изнад ручице мењача, када је то потребно возачу.



Слика 34. Секвенцијали мењач на мотоциклу Suzuki SV650S [3]

Мењач мотоцикла, уколико трансмисија није са константним преносним односом, може бити:

- вишестепени (2 до 7 степени преноса)
- са континуалном променом степена преноса (варијатор)

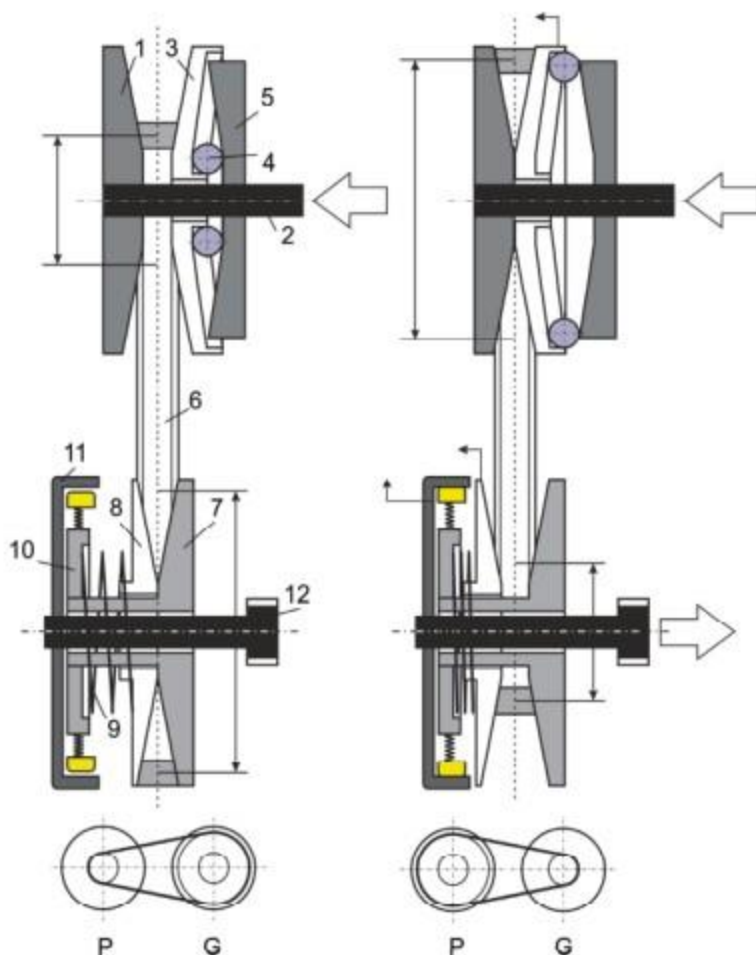
Управљање мењачем, односно избором степена преноса код мотоцикала врши возач путем ножне команде. Код скутера и мопеда се примењује аутоматски варијатор. Принцип рада варијатора заснива се на ширењу и скупљању ременице клинастог ремена, чиме се мења пречник до којег ремен може да упадне у ременицу, а тиме и преносни однос преносника [1].

Ваљчићи (4) под дејством центрифугалне силе теже да се удаље од осе обртања погонског вратила 2 и тако помере покретну (десну, 3) половину погонске ременице у лево. Насупрот томе ремен је затегнут због дејства опруге 9 која гура покретну (леву, 8) половину гоњене ременице у десно и тежи да скупи ременицу и помери ремен ка периферији ременице, односно на већи пречник.

Са порастом броја обртаја коленастог вратила центрифугална сила која шири ваљчиће расте, ваљчићи потискују покретну половину ременице и погонска ременица се скупља, повећавајући пречник до којег ремен може да упадне у ременицу.

Због тога што је ремен непроменљиве дужине, повећање пречника погонске ременице има за потребу смањење пречника гоњене ременице, до којег долази због дубљег упадања ремена у њу уз савладавање силе у опрузи 9.

Што је већи број обртаја погонске ременице биће мањи преносни однос. Гоњена ременица везана је за центрифугалну спојницу 10, која на обртајима празног хода не преноси момент јер је центрифугална сила која делује на тегове са фрикционом облогом недовољна да би их раширила до добоша спојнице 11. Добош спојнице је везан за излазно вратило, на којем се налази зупчаник за погон главног преносника (зупчасти пар) [1].



Слика 35. Варијатор аутоматске трансмисије скутера

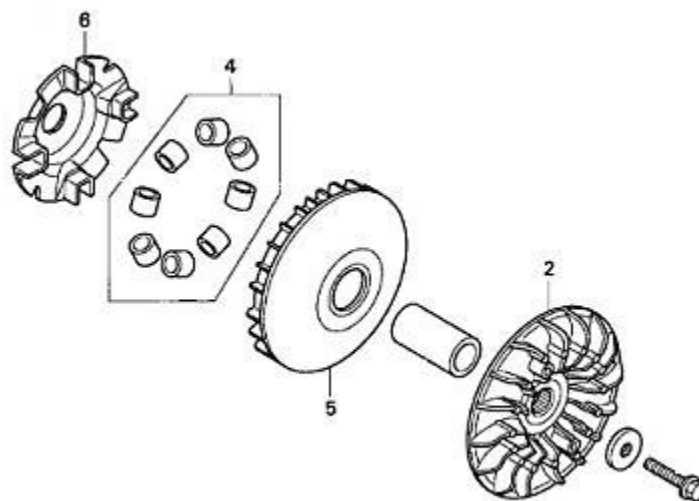
Варијатор аутоматске трансмисије скутера чине:

- Р - погонска ременица,
- Г – гоњена ременица,
- 1 - непокретна половина погонске ременице,
- 2 - вратило погоњено коленастим вратилом,
- 3 - покретна половина погонске ременице,
- 4 - ваљчић (6 до 8 комада),
- 5 - профилна плоча,
- 6 - ремен,
- 7 - непокретна половина гоњене ременице,
- 8 - покретна половина гоњене ременице,
- 9 - опруга,
- 10 - центрифугална спојница,
- 11 - добош центрифугалне спојнице,

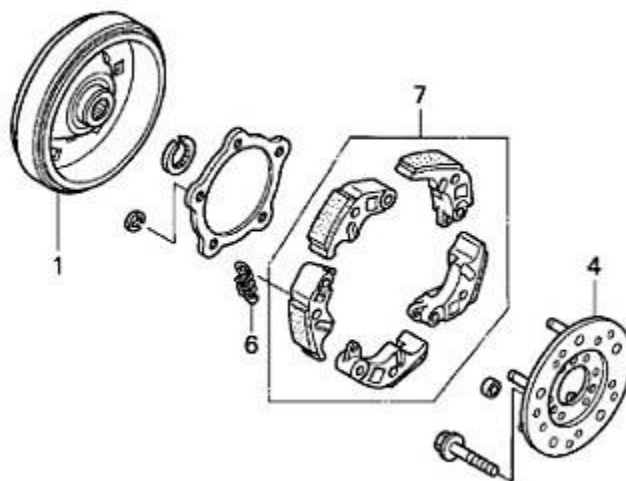
12 - излазно вратило са зупчаником за погон главног преносника.

лево: мали број обртаја мотора, највећи преносни однос (редукција)

десно: велик број обртаја мотора, најмањи преносни однос (мултипликација)

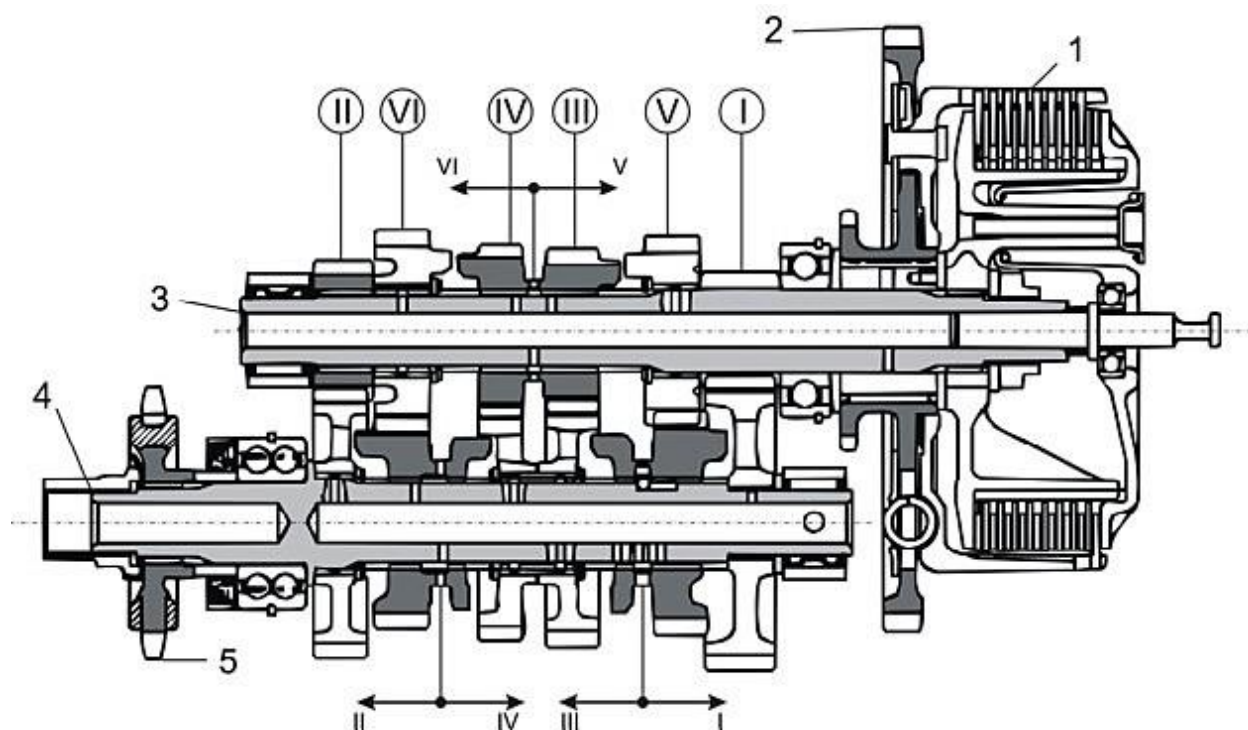


Слика 36. Делови варијатора: 2 - аксијално непокретна половина погонске ременице, 4 - ваљчићи, 5 - аксијално покретна половина погонске ременице, 6 - профилна плоча



Слика 37. Центрифугална спојница: 1 - добош центрифугалне спојнице, 4 - погонска плоча - носач тегова, 6 - опруге, 7 - тегови спојнице са фрикционим облогама [1]

Мењачи у мотоциклима су несинхронизовани, са два или три вратила и са непомерљивим и померљивим зупчаницима. Принцип рада сличан је раду аутомобилског мењача, али се повезивање зупчаника са вратилом обавља путем кандастих спојница.



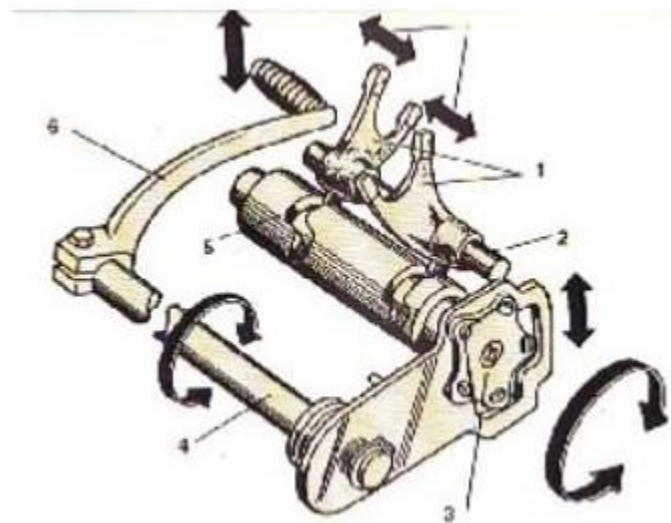
Слика 38. Вишеламеласта спојница у уљу и мењач са 6 степени преноса (Kawasaki Ninja): 1- спојница, 2 - гоњени зупчаник примарног преноса, 3 - улазно вратило мењача, 4 - излазно вратило мењача, 5 - погонски ланчаник, I, II... VI - зупчasti парови 1., 2.,... 6. степена преноса, респективно

Зупчаници обојени сиво су узубљени са вратилима, с тим што се гоњени зупчаници V и VI степена преноса и погонски зупчаници III и IV степена преноса (који су спојени) могу аксијално померати, ради укључивања степена преноса.

Укључивање, тј. повезивање зупчаника и вратила врши се помоћу канди на помичним зупчаницима које улазе у отворе на непомерљивим (на слици необојеним) зупчаницима. Непомерљиви зупчаници се слободно обрћу на вратилима, а њиховим спајањем са вратилом укључује се одређени степен преноса. Погонски зупчаник I степена преноса израђен је изједна са улазним вратилом [1].

Избор степена преноса се врши полугом која се помера ногом и која закреће селектор (диск или добош са профилисаним жлебовима), којим се одређује кретање одговарајућих

виљушки, тиме и померљивих зупчаника те се укључује одређени степен преноса. Због обртног кретања селектора, мењање степена преноса може се вршити само редом, без прескакања. Неутрални положај мењача налази се по правилу само између првог и другог степена преноса.



Слика 39. Селектор за промену степена преноса - принцип кулисног механизма. 1 - виљушке, 2 - осовиница виљушки, 3 - закретни механизам, 4 - вратило команде мењача, 5 - селектор, 6 - команда мењача [1]

Honda је развила аутоматски DSG мењач са два квачила намењен спортским мотоциклима са моторима велике запремине. Он омогућава врло лаку вожњу без замора у раду са мењачем, док су перформансе мотоцикла на располагању у сваком тренутку захваљујући високој ефикасности мењачког система.

DSG (*Direct Shift Gearbox*) је аутоматски мењач са два квачила, односно два независна кваила која су задужена за парне (2, 4, 6) и непарне брзине (1, 3, 5), и намењен спортским мотоциклима са агрегатима велике запремине [15].

Електроника надзире начин вожње и покушава да унапред одабере наредни степен преноса. DSG мењачи углавном обезбеђују мању потрошњу него када се користи мануелни мењач уз исте или боље перформансе приликом убрзања.



Слика 40. *Hondin DSG мењач* [15]

DSG мењач намењен уградњи у мотоцикле је врло лаган и компактан, како би се са лакоћом упарио са постојећим агрегатима без потребе за озбиљнијим модификацијама. Нови мењач омогућава преизну контролу убрзања захваљујући електронској контроли гаса, којом је омогућено брзо и, скоро неprimетно, мењање степена преноса.

Мењач функционише у три различита режима рада, како би се у потпуности изашло у сусрет потребама возача: два потпуно аутоматска режима (D за нормалну вожњу и S за спортски режима) и шестостепени мануелни режим, који омогућава идентични осећај попут конвенционалног мењача.

DSG мењачи углавном обезбеђују мању потрошњу него када се користи мануелни мењач уз исте или боље перформансе приликом убрзања [15].

7. Закључак

Главна карактеристика развоја путничких моторних возила јесте све већа примена аутоматике и аутоматизације. Заступљена је највише на системима за погон и пренос снаге, где електроника преузима доминантну улогу. Примену у путничким возилима виших класа све више налазе аутоматске трансмисије са електронским управљањем и хидродинамичко-механичким преносницима снаге.

Врло широку примену омогућиле су им повољне карактеристике хидродинамичких преносника снаге, потврђене у експлоатацији.

У развоју хидродинамичких преносника снаге посебна пажња је посвећена остваривању карактеристика које омогућавају добијање задовољавајућих експлоатационо-техничких карактеристика техничких система у које се уграђују (првенствено кроз оптимизацију радног простора, усаглашавање заједничког рада погонског мотора, хидродинамичких преносника снаге и погоњене машине, изналажење оптималног решења система управљања промене степена преноса у зупчастом делу хидродинамичко-зупчстих мењача). Захтеви које треба да задовољи хидродинамички преносник снаге су најчешће супротни па се често прибегава усвајају неких компромисних решења. Постоји и велики број могућих решења хидродинамичко-зупчстих мењача за уградњу у одговарајуће возило.

Аутоматизација синхронизованих трансмисија са аутоматски управљаном главном спојницом и аутоматизација секвенцијалних трансмисија се све више спроводи. Код свих трансмисија за путничка возила је повећан број степени преноса и примењују се програми управљања који су способни да уче, прилагођавају се самостално тренутној ситуацији и поседују читаву скалу варијација.

8. Литература

- [1] Д. Ружић, Н. Познановић, Ф. Часњи: Основи моторних возила, Нови Сад, 2010.
- [2] З. Живановић, Аутоматске трансмисије возила, Научнотехнички преглед, доступно на: <http://www.vti.mod.gov.rs/ntp/rad1999/995/zivanovic/ziva.pdf>, приступљено: 14.10.2017.
- [3] „Manual transmission“, доступно на: https://en.wikipedia.org/wiki/Manual_transmission, приступљено: 14.09.2017.
- [4] П. Кнор: Пројектовање и конструкција моторних возила – скрипта, Машински факултет Сарајево, 2005/2006
- [5] Н. Јанићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић: Конструкција моторних возила, Машински факултет Београд, 1987.
- [6] А. Стефановић: Друмска возила, Основи конструкције, Ниш 2010.
- [7] И. Филиповић: Мотори и моторна возила, Машински факултет универзитета у Тузли, Тузла фебруар 2006
- [8] Уља за мењаче и диференцијале, доступно на: <http://www.nisotec.eu/sr-lat/ulja-za-menjace-i-diferencijale>, приступљено: 15.09.2017.
- [9] З. Живановић, Н. Јанићијевић: Аутоматске трансмисије моторних возила, Београд 2000.
- [10] Како ради мануелни мењач, доступно на: <http://www.auto-delovi.org/saveti/kako-radi/kako-radi-manuelni-menjac/>, приступљено: 13.09.2017.
- [11] Марко Васиљевић, Мануелни мењач, контролни систем са затвореном петљом – семинарски рад
- [12] „Automatic easier, relaxed driving“, доступно на: <http://www.volkswagen.co.uk/technology/transmissions-and-drivetrains/automatic>, приступљено: 14.09.2017.
- [13] „Truck transmissions“, доступно на: <https://itstillruns.com/truck-transmissions-4727409.html>, приступљено: 16.10.2017.

[14] Слика мењача са 8 брзина, доступно на: <https://www.halooglas.com/polovni-delovi/motori-i-delovi-ostalo-za-teretna-vozila/pancevo>, приступљено: 20.10.2017.

[15] DSF мењач, доступно на: <https://www.nacionalnaklasa.com/7189/honda-predstavila-prvi-dsg-menjac-za-motocikle>, приступљено: 27.10.2017.