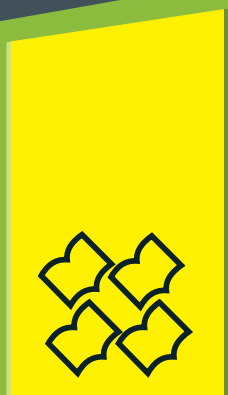




УНИВЕРЗИТЕТУ НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



ПОЉОПРИВРЕДНИ ТРАКТОРИ

Лазар Савин, Мирко Симикић
Ратко Николић, Младен Иванишевић





Лазар Савин
Мирко Симикић
Ратко Николић
Младен Иванишевић

ПОЉОПРИВРЕДНИ ТРАКТОРИ



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

НОВИ САД, 2016

ЕДИЦИЈА „ОСНОВНИ УЦБЕНИК“

Оснивач и издавач Едиције:

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Трг Доситеја Обрадовића 8

21000 Нови Сад

Година оснивања:

1954.

Главни и одговорни уредник Едиције:

Др Недељко Тица, редовни професор,

Декан Пољопривредног факултета

Чланови Комисије за издавачку делатност:

Др Љиљана Нешић, редовни професор - председник

Др Бранислав Влаховић, редовни професор

Др Милица Рајић, редовни професор

Др Нада Плавша, ванредни професор

Аутори:

Др Лазар Савин, ванредни професор
Др Мирко Симикић, доцент
Др Ратко Николић, редовни професор у пензији
Маст. инж. пољ. Младен Иванишевић, асистент

Главни и одговорни уредник:

Др Недељко Тица, редовни професор
Декан Пољопривредног факултета

Уредник:

Др Рајко Бугарин, ванредни професор

Технички уредник:

Маст. инж. пољ. Младен Иванишевић, асистент

Лектор

Радмила Бркић
Професор књижевности и српског језика

Рецензенти:

Др Милан Томић, ванредни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду

Др Драган Ружић, доцент
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду

Издавач:

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад

Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

631.372(075.8)

ПОЉОПРИВРЕДНИ трактори / Лазар Савин ... [и др.]. - Нови Сад : Пољопривредни факултет, 2016 (Нови Сад : Electra copy & print studio). - 339 стр. : илустр. ; 30 cm

Тираж 20. - Библиографија.

ISBN 978-86-7520-378-0

1. Савин, Лазар 2. Симикић, Мирко 3. Николић, Ратко 4. Иванишевић, Младен

а) Трактори

COBISS.SR-ID 310734599

ПРЕДГОВОР

Пољопривредни трактори су главна вучно погонска возила која се користе у пољопривреди. Због својих способности да вуку, погоне или носе различите прикључке њихова примена се знатно проширује, па се користе и у водопривреди, шумарству, грађевинарству, саобраћају, итд. Због тога, постоје различите конструкције, које се у мањој или већој мери међусобно разликују. У овој књизи пажња је посвећена тракторима који се користе у пољопривреди, јер су они базне конструкције из којих су произашле све остале. Оно што карактерише пољопривредне тракторе јесте њихов интензиван развој, нарочито у последњих 20 година, када је почела значајна примена електронских компонената и иноформационих и комуникационих технологија. Како би читаатељи лакше разумели рад и функционисање појединих система трактора, при опису сваког система пошло се од основних принципа рада, да би се даље у тексту описале најсавременије изведбе.

Уџбеник ПОЉОПРИВРЕДНИ ТРАКТОРИ се издаје први пут, а разлог за издавање је што на тржишту не постоји адекватна књига. По категорији ово је основни уџбеник и обухвата наставно градиво из предмета Пољопривредни трактори, који се слуша на студијском програму Пољопривредна техника. Међутим, може да се препоручи и другим смеровима на Пољопривредном факултету, ученицима средњих техничких и пољопривредних школа у којима се изучава област пољопривредних трактора, као и пољопривредним произвођачима. У сваком поглављу прво је предочен задатак и улога сваког система. Потом су приказани принципи рада и изведене конструкције. Затим, дате су безбедносне мере при раду и њихово одржавање. На крају, дата су питања, што ће студентима послужити да лакше разумеју и овладају изложеном материјом.

Треба напоменути да је у уџбенику сумирано огромно искуство аутора, стечено током вишегодишњег проучавања, пројектовања и испитивања пољопривредних трактора.

Захваљујемо рецензентима ове књиге, проф. др Милану Томићу и доц. др Драгану Ружићу на детаљном прегледу рукописа и корисним сугестијама, као и лектору Радмили Бркић.

Такође, посебну захвалност упућујемо бројним произвођачима и дистрибутерима пољопривредних трактора, који су нам дали на увид техничку документацију и на тај начин омогућили издавање овог уџбеника.

Унапред захваљујемо читаоцима и корисницима ове књиге на својим добронамерним примедбама и сугестијама.

Јул, 2016.

Аутори

САДРЖАЈ

1. КЛАСИФИКАЦИЈА ТРАКТОРА	7
1.1. ГЛАВНИ СASTАВНИ ДЕЛОВИ ТРАКТОРА	7
1.2. ИСТОРИЈАТ РАЗВОЈА ТРАКТОРА	10
1.3. ПОДЕЛА ТРАКТОРА	12
1.4. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИЗБОР ТРАКТОРА	23
1.5. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	25
2. ТРАНСМИСИЈА ТРАКТОРА.....	25
2.1. СПОЈНИЦЕ	28
2.1.1. Фрикционе спојнице	29
2.1.2. Фрикционе спојнице са притискајућим опругама	29
2.1.3. Вишеламеласте спојнице	34
2.1.4. Амортизер торзионих осцилација у трансмисији	38
2.1.5. Хидродинамичке спојнице	38
2.2. РЕВЕРЗОР - Powershuttle	40
2.3. МЕЊАЧКИ ПРЕНОСНИК.....	42
2.3.1. Мењачки преносници са прекидом тока снаге	44
2.3.1.1. Мењачки преносници са померљивим зупчаницима	44
2.3.1.2. Мењачки преносници са стално спрегнутим зупчаницима.....	46
2.3.2. Мењачки преносници без прекида тока снаге укључивањем под оптерећењем – „паур шифт“ (<i>Power Shift</i>).....	53
2.3.3. Мењачки преносници са континуалном променом степена преноса	61
2.3.4. Хидродинамички мењачки преносници	66
2.3.5. Комбиноване трансмисије	67
2.3.6. Мењачи са двоструким спојницама	74
2.3.7. Брзо усклађивање брзина - SPEED MATCHING	76
2.3.8. Аутоматски мењачи.....	77
2.4. ПОГОНСКИ МОСТОВИ	80
2.4.1. Задњи погонски мост	80
2.4.2. Главни преносник	81
2.4.3. Диференцијал	81
2.4.4. Блокада диференцијала	83
2.4.5. Погонска полувратила	89
2.4.6. Завршни пренос - бочни редуктори	91
2.4.7. Предњи погонски мост	92
2.5. САВРЕМЕНЕ ТРАНСМИСИЈЕ	98

2.6. ОДРЖАВАЊЕ ТРАНСМИСИЈЕ.....	100
2.7. ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ ПАРАМЕТАРА ТРАНСМИСИЈЕ.....	101
2.7.1. Обртни момент спојнице и коефицијент сигурности спојнице	101
2.7.2. Обртни момент на точку и прикључном вратилу.....	101
2.7.3. Преносни однос трансмисије.....	103
2.7.4. Структура брзина кретања	104
2.7.4.1. Геометријски ред	104
2.7.4.2. Аритметички ред.....	104
2.7.4.3. Хармонијски ред	105
2.7.4.4. Рационални ред	105
2.8. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ СА ТРАНСМИСИЈОМ.....	106
2.9. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ.....	106
3. УРЕЂАЈИ ЗА ПОГОН ПРИКЉУЧНИХ МАШИНА	108
3.1. ПРИКЉУЧНО ВРАТИЛО ТРАКТОРА.....	108
3.1.1. Варијанте погона прикључног вратила трактора	108
3.1.2. Конструкције прикључног вратила.....	110
3.1.3. Конструкције преносног механизма до прикључног вратила.....	111
3.2. Ременица	121
4. ХОДНИ СИСТЕМ	123
4.1. ХОДНИ СИСТЕМ ТРАКТОРА ТОЧКАША	123
4.1.1. Елементи точкова.....	124
4.1.2. Подешавање трага точкова	131
4.1.3. Опрема за побољшање вуче трактора.....	133
4.2. ХОДНИ СИСТЕМ ТРАКТОРА ГУСЕНИЧАРА	139
4.2.1. Група за ослањање	140
4.2.2. Гусенична група	141
4.3. СИЛЕ И ОБРТНИ МОМЕНТИ НА ТОЧКОВИМА И ГУСЕНИЦИ.....	146
4.3.1. Силе и моменти код вученог и погонског точка и гусенице	146
4.3.2. Брзина кретања.....	150
4.3.3. Клизање.....	150
4.3.4. Специфични притисак	151
4.5. ОДРЖАВАЊЕ ХОДНОГ СИСТЕМА.....	152
4.6. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ.....	153
5. СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ.....	155
5.1 НАЧИНИ УПРАВЉАЊА	155
5.2. СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ТРАКТОРА ТОЧКАША	158
5.2.1. Симетрични систем за управљање	158

5.2.2. Асиметрични систем за управљање	160
5.2.3. Хидромеханички систем за управљање.....	161
5.2.4. Хидростатички систем за управљање	163
5.4. ГЕОМЕТРИЈА И КИНЕМАТИКА УПРАВЉАЧКИХ ТОЧКОВА	168
5.4. СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ ТРАКТОРА ГУСЕНИЧАРА	169
5.4.1. Управљање бочним спојницама	169
5.4.2. Управљање планетарним механизмом	170
5.5. ОДРЖАВАЊЕ СИСТЕМА ЗА УПРАВЉАЊЕ	173
5.6. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ.....	174
6. СИСТЕМ ЗА КОЧЕЊЕ	175
6.1. СТРУКТУРА СИСТЕМА ЗА КОЧЕЊЕ	175
6.1.1. Команда кочница	175
6.1.2. Преносни механизам	176
6.1.2.1. Механички преносни механизам.....	177
6.1.2.2. Хидраулички преносни механизам.....	177
6.1.2.3. Пнеуматски преносни механизам	178
6.1.3. Кочнице.....	183
6.1.3.1. Добош кочнице с унутрашњим папучама	183
6.1.3.2. Тракасте кочнице	186
6.1.3.3. Дискосне кочнице са два диска	187
6.1.3.4. Кочнице са једним диском	189
6.1.3.4. Кочнице са више дискова.....	190
6.1.4. Паркинг кочнице.....	191
6.1.5. Кочнице у предњим точковима	192
6.2. ПРОЦЕС КОЧЕЊА.....	193
6.3. ОДРЖАВАЊЕ СИСТЕМА ЗА КОЧЕЊЕ.....	195
6.3.1. Подешавање система за кочење	195
6.3.2. Кварови система за кочење	196
6.5. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ.....	197
7. ХИДРАУЛИЧКИ СИСТЕМ	198
7.1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ХИДРАУЛИКЕ.....	198
7.2. КОНСТРУКЦИЈЕ ХИДРАУЛИЧКИХ СИСТЕМА.....	200
7.2.1. Елементи хидрауличког система.....	200
7.2.2. Отворени централни систем	202
7.2.2.1. Једноставни системи.....	203
7.2.2.2. Системи с управљањем	204
7.2.2.3. Хидраулички систем на тракторима ИМТ 539	207

7.2.3. Затворени централни систем	221
7.2.3.1. Хидраулички систем на тракторима цон дир.....	224
7.2.4. Електронско управљање хидрауличким системима.....	226
7.3. ХИДРАУЛИЧКЕ БРЗОРАСТАВЉИВЕ СПОЈНИЦЕ ОПШТЕ НАМЕНЕ ...	234
7.4. УРЕЂАЈ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ У ТРИ ТАЧКЕ	236
7.4.1. Уређај за прикључење у три тачке код трактора ИМТ 542	244
7.4.2. Уређаји за брзо прикључивање	244
7.4.3. Мерење силе подизања на доњим тачкама за прикључење.....	248
7.4.4. Предњи уређај за прикључење у три тачке	248
7.4.5. Мерење силе подизања на прикључном раму.....	249
7.4.6. Сила подизања и стабилност трактора	249
7.5. ОДРЖАВАЊЕ ХИДРАУЛИЧКИХ УРЕЂАЈА.....	250
7.5.1. Редовно техничко одржавање	250
7.5.2. Кварови хидрауличних уређаја	251
7.6. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ ХИДРАУЛИЧКИМ УРЕЂАЈЕМ	251
7.7. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	252
8. ДОДАТНИ УРЕЂАЈИ.....	253
9. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ.....	258
9.1. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ МОТОРА.....	259
9.2. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ ЗА ВОЖЊУ У ЈАВНОМ САОБРАЋАЈУ	259
9.3. ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОНИКЕ НА ТРАКТОРИМА	268
9.3.1. Основне електронске компоненте	268
9.3.2. Сензор брзине.....	269
9.3.3. Поређење аналогних и дигиталних сигнала.....	270
9.3.4. Модулација ширине пулса – PWM „палс вид модјулеишн“ (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	271
9.3.5. CAN Bus.....	273
9.3.6. LIN Bus mreža.....	279
9.3.7. Електронски уређаји на трактору.....	280
9.4. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	282
10. КОНТРОЛНО УПРАВЉАЧКИ ЦЕНТАР	283
10.1. КАБИНА	283
10.1.1. Ергономске карактеристике од значаја за радно оптерећење руковалаца	284
10.1.1.1. Удобност прилаза до возачког седишта	284
10.1.1.2. Погодност управљања трактором	285
10.1.1.3. Видљивост из трактора.....	286

10.1.1.4. Погодност руковања трактором	287
10.1.2. Ергономске карактеристике од значаја за услове радне средине руковалаца	290
10.1.2.1. Бука	290
10.1.2.2. Механичке осцилације - вибрације	290
10.1.2.3. Микроклима	295
10.1.2.4. Радни простор и ентеријер	297
10.2. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	300
11. ТЕНДЕНЦИЈЕ У РАЗВОЈУ ТРАКТОРА	301
11.1. ПРЕЦИЗНА ПОЉОПРИВРЕДА	302
11.2. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	307
12. ОДРЖАВАЊЕ МОТОРА И ТРАКТОРА	308
12.1. РАЗРАЂИВАЊЕ ТРАКТОРСКОГ МОТОРА И ТРАКТОРА	308
12.2. ГАРАНТНИ РОК И СЕРВИСНИ ПРЕГЛЕД НОВОГ ТРАКТОРА	309
12.3. ТЕХНИЧКО ОДРЖАВАЊЕ ТРАКТОРА	309
12.4. КОРЕКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (ОПРАВКА)	311
12.5. ДИЈАГНОСТИКА	313
12.5.1. Аутодијагностика трактора	314
12.6. КОНЗЕРВИРАЊЕ И ДЕКОНЗЕРВИРАЊЕ	316
12.6.1. Периодично одржавање конзервираног трактора	318
12.6.2. Припрема за пуштање конзервираног трактора у рад после дужег стајања	318
12.7. МАНИПУЛАЦИЈА СТАРИМ УЉЕМ	319
12.8. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ	320
13. КОРИШЋЕЊЕ ТРАКТОРА	321
13.1. Формирање тракторских система	321
13.2. ВУЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРАКТОРА	323
13.2.1. Шта је вучна карактеристика	323
13.2.2. Вучни параметри и показатељи	324
13.2.2.1. Вучна сила	324
13.2.2.2. Вучна снага	326
13.2.2.3. Биланс снаге трактора	327
13.2.2.4. Часовна потрошња горива	327
13.2.2.5. Специфична потрошња горива	328
13.2.2.6. Коефицијент бруто вуче	328
13.2.2.7. Вучни коефицијент корисног дејства трактора и укупни вучни коефицијент корисног дејства	328
13.3. ПРОРАЧУН ТРАКТОРСКИХ СИСТЕМА	329

13.4. ПРОРАЧУН САСТАВА МАШИНСКОГ ПАРКА.....	335
14. ЛИТЕРАТУРА	337

1. КЛАСИФИКАЦИЈА ТРАКТОРА

Трактори представљају вучно-погонске машине за обављање радова у ратарству, повртарству, сточарству, воћарству, виноградарству, хортикултури, мелиорацијама, индустрији, грађевинарству, саобраћају, итд. Према Организацији за економску сарадњу и развој - ОЕCD-у (*Organization for Economic Cooperation and Development*), пољопривредни трактор се дефинише као самоходно возило са точковима, које има најмање две осовине, или са гусеницама, с основном употребом у пољопривреди и шумарству, пројектован и изведен тако да може да задовољи следеће операције:

- да вуче приколице,
- да носи, вуче или покреће пољопривредна и шумарска оруђа и машине, а где је то потребно, предаје снагу за њихов рад при чему је трактор у покрету или мирује.

Комплексност намене трактора као погонске јединице условљава конструкционо, енергетско, ергономско и еколошко прилагођавање условима примене, који су осим разноврсности карактеристични и по свом динамичком карактеру (променљивости у току периода обављања радова). То условљава примену многобројних техничких решења у подсистемима трактора који га афирмишу као једно специфично мобилно средство, које треба да оствари веома сложену везу између човека, машине и разноврсног биосистема. Та веза се реализује кроз разноврсни скуп односа између земљишта, биљке, човека, техничких средстава и услова производње у целини. Да би се ова разноврсност познавала и рационално користила неопходно је идентификовати најважније критеријуме поделе трактора и услове њиховог рационалног коришћења.

1.1. ГЛАВНИ САСТАВНИ ДЕЛОВИ ТРАКТОРА

Трактор као вучно погонска машина састоји се из следећих агрегата и система:

- Мотор;
- Трансмисија или преносни механизам;
- Ходни систем;
- Систем за управљање;
- Систем за кочење;
- Хидраулик и уређаји за прикључивање оруђа;
- Електроинсталација;
- Контролно-управљачки центар;
- Додатни уређаји и
- Уређаји за мерење, контролу и подешавање.

У тракторе се уграђују дизел четвортактни **мотори** са воденим или ваздушним хлађењем. Ови мотори хемијску енергију у дизел-гориву сагоревњем претварају у топлоту, а потом у механички рад.

Трансмисија или преносни механизам преноси добијену снагу од мотора до задњих точкова, до предњих точкова ако је погон на све точкове и до изводног вратила трактора позади или и напред и до хидрауличних извода на трактору. Осим

тога преко трансмисије одводи се снага до потрошача у оквиру трактора као што су: хидраулик, систем за управљање, систем за кочење и др. Задатак трансмисије је да пренесе снагу од мотора до ходног система и других потрошача и да омогући избор брзине кретања и вучне силе према условима коришћења.

Ходни систем - точкови, гусенице или полугусенице имају задатак да добијену снагу од мотора у споју са подлогом трансформише у вучну силу и равномерно кретање трактора.

Хидраулик и уређај за прикључивање оруђа (машина) за трактор, омогућују трактору успешан рад са бројним прикључним машинама. Преко овог система регулисана је вуча прикључне машине, дизање и спуштање, погон радних уређаја на прикључној машини преко хидромотора, контрола положаја оруђа и контрола вуче.

Систем за управљање, омогућава маневрисање са трактором у кретању, при извођењу агротехничких операција.

Систем за кочење има задатак да омогући успорење и потпуно заустављање и обезбеђење трактора у стању мировања.

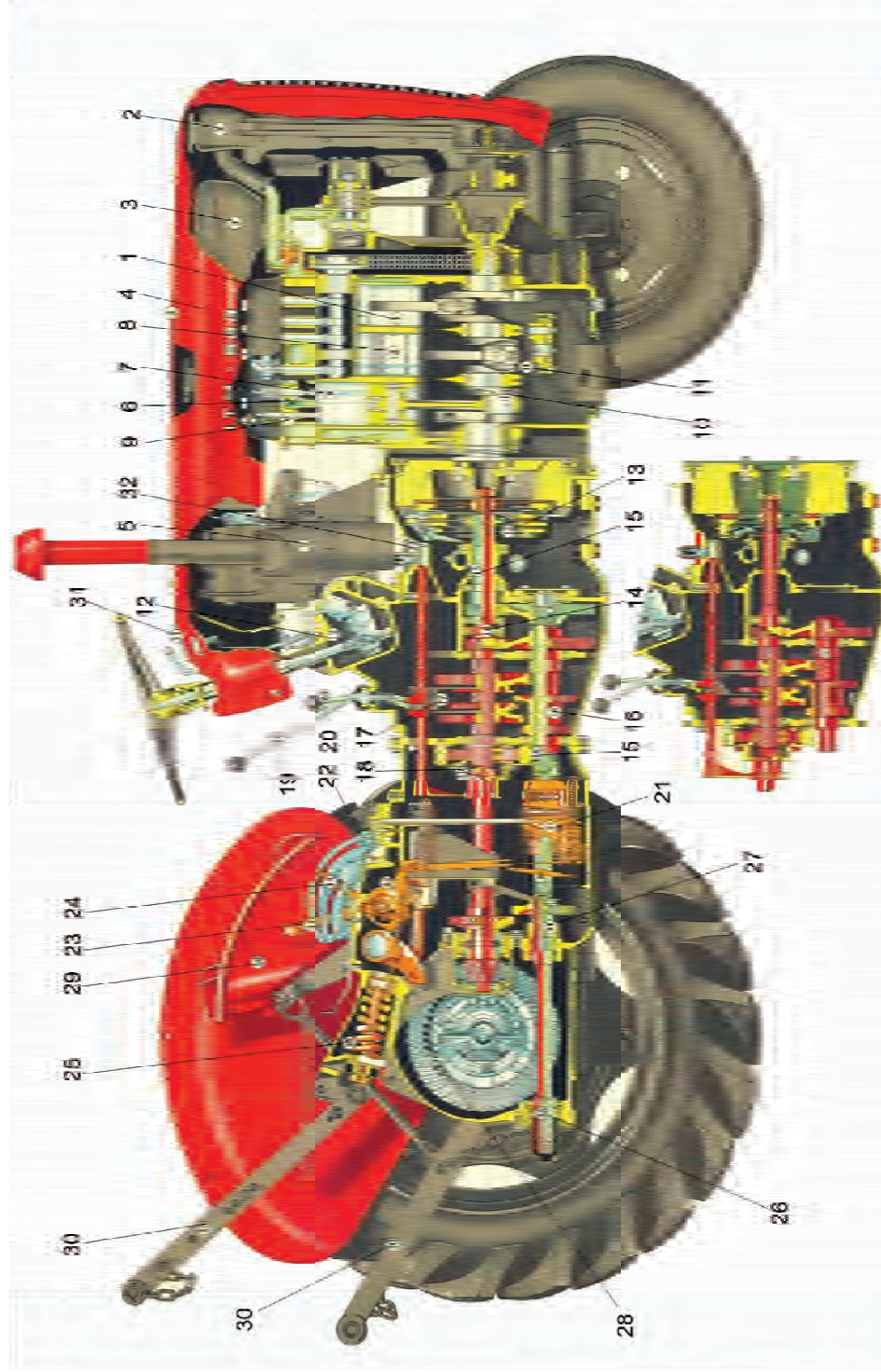
Електроинсталација омогућава рад трактора у саобраћају и на пољу у току дана и ноћи.

Контролно-управљачки центар сачињава кабина, седиште и све што се налази у кабини. Овај центар возачу омогућава лак, безбедан и удобан рад трактором у свим условима коришћења.

Додатни уређаји омогућавају да се трактор успешно користи са врло различитим прикључним машинама као што су: разне врсте уређаја за прикључивање различитих прикључних машина, уређаја за пумпање гума ваздухом у раду и др.

Уређаји за мерење, контролу и подешавање трактора. Ови уређаји омогућавају контролу већине система на трактору, као што је: систем за хлађење мотора, подешавање, клизање и контрола рада прикључних машина и друго. Уређаји за мерење омогућавају мерење: потрошње горива, производности (учинка), клизања и др.

На слици 1.1 приказан је уздужни пресек трактора ИМТ 533/539 са главним компонентама.



Слика 1.1. Уздужни пресек трактора ИМТ 533/539: 1. мотор, 2. хладњак, 3. резервоар за гориво, 4. поклопац мотора, 5. пречиштач ваздуха, 6. усисни вентил, 7. цилиндар, 8. клип, 9. издувни вентил, 10. коленасто вратило, 11. пумпа за уље, 12. уређај за управљање, 13. замајац са двостепеном спојницом, 14. пуно улазно вратило мењача, 15. вратило за погон прикључног вратила и пумпе хидраулика, 16. шупље помоћно вратило, 17. главно вратило мењача са зупчаницима 1, 2 и 3 брзине, 18. планетарни редуктор с укључно-искључном спојницом, 19. ручица мењача, 20. ручица планетарног редуктора, 21. Клипно-хидрауличка пумпа, 22. преносни механизам команди хидраулика, 23. ручица контроле положаја, 24. ручица контроле вуче, 25. балансна опруга двоструког дејства, 26. прикључно вратило, 27. укључно-искључни зупчаник прикључног вратила, 28. главни преносник са диференцијалом, 29. седиште, 30. уређај за прикључење у 3 тачке, 31. инструмент табла, 32. сигурносни прекидач за покретање мотора.

1.2. ИСТОРИЈАТ РАЗВОЈА ТРАКТОРА

На основу дате дефиниције трактора може се рећи да је први трактор конструисан 1860. године. Компанија „Фаулер Грета Бритн“ (Fowler of Greta Britain) конструисала је возило на пару, које је имало задатак да вуче плугове преко система челичних ужади. Један од парних трактора био је и трактор „расел“ (Russel) произведен 1906. године, слика 1.2. С временом су парни мотори замењени моторима с унутрашњим сагоревањем у периоду од 1890. до 1910. године.



Слика 1.2. Трактор на парни погон „расел“ (Russell), 1906

Пошто је цена тих трактора била веома висока појавиле су се конструкције самоходних плугова као алтернативно јефтиније решење. 1917. године у САД-у појавио се трактор „фордсон“ (Fordson) са шасијом у блоку и то је био први трактор са масовном производњом. У то доба трактори су се углавном користили за вучу плугова и погон вршалица. Један од првих успешних трактора у које је уграђен мотор с унутрашњим сагоревањем је конструисао Џон Фрилик (John Froelich), слика 1.3. Трактор је имао уграђен једноцилиндрични мотор снаге 15 kW.



Слика 1.3. Трактор „фрилик“ (Froelich), Anonim FMO (1991)

1920. године обављено је прво испитивање трактора у Небраски. Ова испитивања су првенствено намењена да заштите фармере у наведеној држави, због чега су утврђени стандарди за оцењивање трактора.

1924. године уведен је трицикл трактор, првенствено намењен за међуредну обраду усева. Овај тип трактора успешно комбинује способност вуче на потезници, као код трактора са четири точка, уз клиренс за међуредну обраду какав је раније био доступан само код самоходних култиватора малих снага.

1927. године од америчког удружења пољопривредних инжењера *SAE* усвојен је стандард уређаја прикључног вратила. Иако је погон прикључног вратила још неколико година раније био коришћен за погон везача пшенице, недостатак стандардизовања димензија, брзине и смера обртања онемогућавало је размењивање трактора и машина различитих модела и произвођача. Ови нови стандарди учинили су да прикључно вратило буде практичан и погодан уређај који користи део снаге мотора трактора за погон машине, док их у исто време тактор вуче.

1928. појавило се механичко подизање оруђа. Помоћу овог уређаја део снаге мотора трактора може да се користи за подизање оруђа.

1932. произведен је трактор са пнеуматским точковима ниског притиска. Ранија решења су била адаптација авионских точкова. Побољшање тракторских карактеристика и економичне потрошње горива, због употребе гумених точкова, били су битни чиниоци у растућој продаји трактора, иако је то било кризно доба.

1933. почела је прва комерцијална употреба дизел-мотора на трактору точкашу. Бољи степен корисног дејства и ниска цена дизел-горива учинили су дизел-тракторе популарним.

1935. године уведен је први бензински трактор са мотором великог степена компресије. Конструкција је омогућила успешну употребу бензина, уз стандардизоване антидетонантне карактеристике и тако су остали приступачни фармерима.

1939. уведен је уређај за прикључење оруђа у три тачке. Код ношених машина, уз употребу хидрауличког система, могла је аутоматски да се мења радна дубина оруђа и одржава једнак задати вучни отпор. Систем вешања у три тачке био је направљен по светској основи, уз три категорије величина, да омогући размену између оруђа и трактора различитих произвођача. (сада је присутна и четврта категорија за изузетно велике тракторе и оруђа.)

1948. појавио се први трактор, произведен у САД-у, са прикључним вратилом погоњеним директно од мотора. Одвојена спојница прикључног вратила омогућава руковалацу да покрене и заустави обртање прикључног вратила независно од главног квачила трансмисије. Ранија прикључна вратила су била погоњена од трансмисије. До тада, када год је руковалац притиснуо спојницу да заустави кретање трактора унапред, такође је зауставио и прикључно вратило.

1952. године уведен је хидраулички систем за закретање точкова на тракторима. Већина произвођача трактора се плашила да ће хидраулички управљачки точак од фармера бити оцењен као непотребан, међутим, био је одушевљено прихваћен чак и као вема скупа опција.

1958. године уведена је трансмисија са вишим и нижим степеном преноса „паур шифт“ (*power shift*). Овај уређај који се користи са стандардном трансмисијом, обезбеђује избор вишег и нижег степена преноса у било којем од стандардних степена преноса. Особина да се степен преноса (виши, нижи) мења под оптерећењем, омогућава руковалацу да мења у покрету, без одвајања стандардне трансмисионе спојнице.

1959. године уведена је потпуна „паур шифт“ трансмисија. То омогућава руковалацу да мења степене преноса без одвајања квачила трансмисије, под оптерећењем, односно без прекида тока снаге.

1960. године уведен је затворени главни хидраулички систем. Овај уређај омогућава употребу једне хидрауличне пумпе за обезбеђивање снаге за многе различите хидрауличке функције потребне модерном трактору.

1967. године уведена је прва хидростатичка трансмисија. Хидрауличка пумпа добија погон од мотора и потискује флуид који покреће хидромотор који даље покреће точкове трактора. Проток флуида се може подешавати да би се обезбедила безстепен промена брзине кретања трактора, иако мотор наставља рад при константном броју обртаја.

Почетак производње трактора у Србији датира када и настанак ИМТ-а. Први погони ИМТ-а израђени су 1947. године са још неколико индустријских предузећа. 1949. године та предузећа су се ујединила у Металске заводе. После вишегодишњих испитивања различитих типова трактора, изабран је трактор енглеско-канадске фирме „Масеј Фергусон“. Металски заводи 1954. године прерастају у Индустрију трактора и машина, а већ следеће године потписује се уговор о куповини лиценце за производњу трактора. Почетком 1962. године стручњаци ИМТ-а раде на стварању домаће конструкције, а већ 1963. и 1964. године почела је производња сопственог трактора ИМТ 555 од 37 kW. Истовремено се одвијала и производња одговарајућих прикључних машина и оруђа. Током година растао је и број произведених трактора тако да се достигао ниво од око 40.000 трактора годишње, а снага трактора до 380 kW. Поред ИМТ-а упоредо се одвијао и развој Индустрије мотора Раковица, са задатком да ИМТ и друге произвођаче снабдева моторима. Иначе, почегак рада ИМР-а везује се за оснивање Индустрије аеропланских мотора д.д. 1927. године. 1928. године произведен је први југословенски авионски мотор „јупитер“. 1949. године произведен је први југословенски трактор „задругар“, Т-08 са бензинским мотором. 1954. године потписује се уговор о куповини лиценце дизел „перкинс“ (Perkins) мотора, а 1959. уговор о производњи трактора по лиценци италијанске фирме „Ландини“ (Landini).

Сада су ИМТ и ИМР у стечају и више нема производње у тим предузећима.

1.3. ПОДЕЛА ТРАКТОРА

Намена трактора је вишеструка, због чега постоји велики број различитих изведених решења. Трактори се класификују према различитим критеријумима.

Подела може да буде према:

- врсти уграђеног мотора,
- номиналној снази мотора,
- намени,
- концепцији градње,
- начину преношења вучне силе,
- номиналној вучној сили, итд.

Према **врсти уграђеног мотора** трактори могу да буду са: четворотактним дизел-мотором, двотактним дизел-мотором, ото четворотактним, ото двотактним итд. У пракси се готово искључиво користе трактори са четворотактним дизел мотором.

Према номиналној снази постоји више подела. Тако стандард JUS ISO 730-1 (1997) наводи четири категорије према снази на ПВТ-у (прикључно вратило трактора): до 48 kW, до 92 kW, 80-185 kW и 150-350 kW. Према номиналној снази уграђеног мотора трактори се деле:

- < 5 kW мотооруђа,
- 5,1 – 15 kW једноосовински трактори,
- 15,1 – 30 kW мини трактори,
- 30,1 – 60 kW лаки трактори,
- 60,1 – 130 kW средњи трактори,
- 130,1 – 260 kW тешки трактори и
- > 260 kW супер тешки трактори.

Према **намени** трактори се деле на:

- основне – тешки трактори за извођење најтежих агротехничких операција, односно за обраду земљишта,
- универзалне – средњи трактори за извођење свих агротехничких операција,
- помоћне – лаки трактори за извођење споредних активности, најчешће у економском дворишту и
- специјалне – трактори за извођење специјалних операција које стандардне концепције трактора не могу да обављају (трактори различитих снага зависно од технолошких операција).

У последње време јављају се трактори **специјалне намене** међу којима се истичу трактори за манипулацију са минералним ђубривима и течним стајњаком, као што је трактор „челенџер аг-хем“ (Challenger Ag-Chem“, слика 1.4, и трактори за транспорт корена шећерне репе као што је „холмер“ (Holmer), који имају сандук велике запремине и ланчasti транспортер за истовар корена при чему висина истовара може да се подешава, слика 1.5. Може се приметити да су наведени специјални трактори опремљени пнеуматицима великих димензија, ради смањења сабијања земљишта.



Слика 1.4. Трактор специјалне намене „челенџер аг-хем“ (Challenger Ag-Chem)



Слика 1.5. Трактор специјалне намене „холмер“ (Holmer)

Међу специјалним тракторима посебно се истичу трактори за воћарство и виноградарство, који имају уски траг и ниско тежиште, слика 1.6.



Слика 1.6. Воћарско-виноградарски трактор „масеј фергусон“ (Massey Ferguson) 3455 А

Према **концепцији градње** трактори се деле на:

- мотокултиваторе,
- једноосовинске,
- стандардне (4x2)S,
- стандардне (4x4)S,
- компактне (4x4)К,
- зглобне (4x4)Z,
- тандем (4x4)Т,
- вишеосовинске,
- носаче оруђа (самоходне шасије),
- тракторе за култивацију,
- тракторе високог клиренса,
- системске тракторе
- мобилне мостове,
- тракторе камионе,
- тракторе специјалне намене, итд.

Мотокултиватори су трактори малих снага у које може бити уграђен дизел или ото мотор, слика 1.7. Ови трактори немају точкове, него ротациона машина, односно ротациона ситница служи за погон, тако што отпорни момент земљишта, због смера обртања ситнице, гура машину унапред. Мотокултиватором управља руковалац помоћу ручица, тако што хода за њима у току рада. Мотокултиватори се користе у повртарској производњи на отвореном и у затвореном простору.



Слика 1.7. Мотокултиватор „хускварна“ (Husqvarna)

Једноосовинске тракторе карактерише једна погонска осовина на којој су постављени један или два метална или гумена точка, слика 1.8.. Код њих не постоје точкови за управљање, него се њима управља преко ручица за управљање. Комфор је мали због напора којима је изложен руковалац. Ови трактори имају и прикључно вратило за погон различитих ротационих оруђа. Једноосовински трактори намењени су за коришћење на малим парцелама у равници и у брдско-планинском подручју на нагнутим теренима.

Стандардни трактори (4x2)S и (4x4)S карактеришу се великим задњим и малим предњим точковима, слика 1.9, 1.10 и 1.11, који су постављени на две осовине, односно моста. Први конструисани трактори са две осовине имали су погон само на задње точкове који су већи од предњих и таква концепција се и данас среће, али само код трактора мањих снага. То је концепција (4x2)S.



Слика 1.8. Једноосовински трактор „голдони“ (Goldoni)

Због тежње да се повећа вучна снага, посебно у тешким условима, конструисани су трактори са погоном на сва четири точка (4x4)S. Ови трактори су погодни за тешке радове као што је орање, разривање, подривање, култивирање, итд. Трактори са погоном на сва четири точка могу да се поделе у две групе. У прву групу спадају

трактори који поред погона на задњим точковима имају и погон на предњим, при чему су предњи точкови мањи од задњих. Ова концепција (4x4)S, слика 1.9, произашла је из концепције (4x2)S, слика 1.10. Другој групи припадају трактори чија су сва четири точка погонска и истих димензија. Овој групи припадају трактори концепције (4x4)K, (4x4)Z и (4x4)T.

Трактори концепције (4x2)S и (4x4)S данас су најзаступљенији у односу на остале концепције. Ови трактори мањих снага према намени користе се као универзални трактори, слика 1.9 и 1.10, јер обављају велики број радова у пољопривреди, док се великих снага користе као основни трактори. Да би се прилагодили различитим потребама, њихова конструкција може да се мења, као што је промена размака точкова, а може да се прикључи и велики број различитих оруђа и машина. Ови трактори имају хидраулички уређај с уређајем за прикључење у три тачке за ношење оруђа напред и позади, прикључно вратило напред и позади за погон ротационих оруђа и клатећу или круту потезницу за вучу прикључених машина или двосовинских приколица, као и аутоматску куку за вучу једноосовинских приколица. Преко хидрауличког уређаја могу да погоне и хидромоторе.



Слика 1.9. Трактор ИМТ 2050 (4x4)S



Слика 1.10. Трактор „раковица“ 65 (4x2)S

Зглобни трактори (4x4)Z имају точкове истих димензија с тим да је конструкција тако изведена да већи део тежине пада на предњи део и то око 60%. Приликом рада, због деловања отпора земљишта, долази до прерасподеле оптерећења са предњег на задњи погонски мост тако да је однос тежине на предњем и задњем мосту 50:50 и точкови подједнако вуку. Због бољег искоришћења тежине у односу на стандардне, зглобни трактори постижу веће вучне силе за 30-40%. Зглобни трактори малих димензија примењују се у брдско-планинском подручју, док у равничарском подручју ови трактори имају моторе великих снага, најчешће преко 180 kW. Ради очувања земљишта и могућности рада у влажним условима уместо точкова могу да се поставе и гусенице, слика 1.11.



Слика 1.11. Трактор (4x4)Z „кејс“ (CASE) CTX 440 са гуменим гусеницама

Компактни трактори (4x4)К имају предње и задње точкове истих димензија и данас се више не производе. Код ових трактора проблем је превелики радијус окретања. Да би се смањило радијус окретања закрећу се и предњи и задњи точкови, али ово усложњава конструкцију и подиже цену трактора. Овим тракторима слични су трактори за транспорт, слика 1.12. Ради што брже манипулације теретом конструисани су транспортни трактори који се крећу брзинама и до 60 km/h. Наравно, да би се реализовале овако високе брзине у трактор је уграђен посебан систем вешања точкова, сличан оном који се уграђује у аутомобиле.



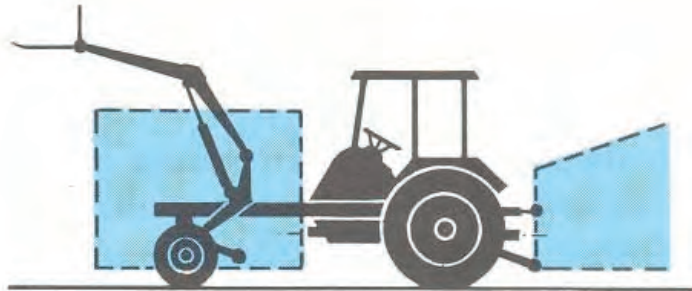
Слика 1.12. Транспортни трактор ЈСВ „фастрак“ (Fastrac)

Ради што бољег искоришћења снаге мотора трактори могу да имају и погон на 6 точкова који су постављени на три осовине, као што је трактор „фендт трисикс“ (Fendt Trisix), слика 1.13.



Слика 1.13. Трактор „фендт трисикс“ (Fendt Trisix)

Трактори носачи оруђа између предњег и задњег моста имају постављену греду на коју се постављају оруђа, а могу и испред или иза трактора, слика 14. Ова концепција је настала као резултат тежње да руковалац може визуелно да надгледа комплетна оруђа/машине. Иако је било више покушаја ова концепција није значајније нашла примену у пракси, због проблема при обављању мера техничког одржавања и отклањања неисправности на мотору и осталим системима трактора. Наиме, мотор се код ових трактора налази испод седишта или поред седишта руковалаца. Такође, постоје проблеми за пренос погона на предње точкове.



Слика 1.14. Концепција трактора носача оруђа

Када се спомену **трактори за култивацију** онда се мисли на тракторе трицикле који имају стандардни задњи мост, а уместо предњег моста постављен је један или у пару два точка. Без предњег моста трактор има високи клиренс, па се успешно користи за међуредно култивирање кукуруза, јер не ломи биљке, слика 1.15.



Слика 1.15. Трактор трицикл „беларус“, 80 X

Трактори високог клиренса користе се за заштиту високих ратарских култура од болести и за уклањање метлица код мајчинских биљака у производњи семенског кукуруза, слика 1.16.



Слика 1.16. Концепција трактора високог клиренса

За обављање технолошких операција на трактор се прикључују пољопривредна оруђа/машине, па се такав систем још и назива **тракторски систем**. Тако постоји тракторски систем за подривање, тракторски систем за орање, тракторски систем за припрему земљишта, тракторски систем за сетву, тракторски систем за транспорт, итд. Поред тракторских система постоје и системски трактори. Системски трактори су самоходна возила намењена за обављање тачно одређених операција и код којег су уграђена оруђа саставни делови системског трактора. На слици 1.17 приказан је системски трактор „лемкен вредо“ (Lemken Vredo) намењен за сетву стрних жита.



Слика 1.17. Системски трактор „лемкен вредо“ (Lemken Vredo)

Трактор камион представља прерађен класични камион. Напред и позади камиона уграђују се уређај за прикључење у три тачке и вратило за одвод снаге, односно прикључно вратило трактора, слика 1.18. Трактор камион производи немачка компанија „Дајмлер Бенц“ (Dajmler-Benc) под називом „унимог“ (Unimog). Трактор камион може у свом сандуку да транспортује терете по тврдим путевима брже од трактора точкаша, а може да вуче и једну или две приколице. Када нема транспортних радова трактор камион се користи за обављање радова у пољу.



Слика 1.18. Трактор камион „мерцедес бенц унимог“ (Mercedes Benc Unimog)

Слични трактору камиону су и **универзални пољопривредни транспортери**. Ови транспортери користе се за транспорт грубе крме, односно зелене масе или сена. На предњем делу имају уређај за дизање крме, транспортни уређај у сандуку (најчешће ланчasti транспортер) и на сандуку надграђене високе бочне и горњу страну, слика 1.19. Због мале висине сандука и тачкова малих димензија, овај транспортер се успешно користи и у брдским условима.



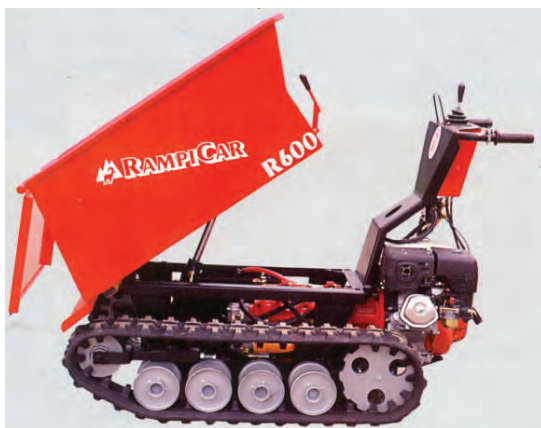
Слика 1.19. Пољопривредни транспортер „линднер унитрак“ (Lindner Unitrac)

Према **начину преношења вучне силе** трактори се деле на:

- точкаше,
- полугусеничаре,
- гусеничаре и
- тракторе са специјалним ходним системима.

Трактори точкаши се користе највише, док је обим коришћења осталих знатно мањи. **Трактори гусеничари** нису значајније у примени због високе цене, ограничене брзине кретања и тенденције да оштећују усеве приликом окретања. Њихова основна предност огледа се у бољим вучним карактеристикама, односно већем коефицијенту вуче у односу на тракторе точкаше, док њихова предност у мањем сабијању земљишта није толико битна, због високог специфичног притиска, који се јавља на врховима гусенице (двоструко већи од номинланог). Ради веће примене и повећања маневарских особина трактора гусеничара у последњих 20 година уместо металне, користи се гумена гусеница, која је задржала добре вучне карактеристике трактора, а омогућила постизање већих брзина и смањење оштећења земљишта.

Мини трактори гусеничари са гуменом гусеницом користе се за обављање радова у комуналној делатности. Један од таквих трактора је и трактор гусеничар „ботаири“ (Botairi), слика 1.20.



Слика 1.20. Трактор гусеничар „ботаири“ (Botairi)

Ови мини гусеничари могу да се користе и у пољопривреди, водопривреди и шумарству. У ратарству се користе трактори гусеничари са гуменом гусеницом чија се снага мотора креће и до 400 kW. Овим гусеничарима припада и трактор „челенџер“ (Challenger) МТ865, снаге 372 kW, слика 1.21



Слика 1.21. Трактор AGCO „челенџер“ (Challenger) МТ865, снаге 372 kW

У светским размерама највећи економски значај имају трактори точкаши са две осовине. Ови трактори се израђују у две наведене концепције и то као трактори са

погоном само на два точка и трактори са погоном на сва четири точка. Трактори са погоном на сва четири точка умају предност у односу на тракторе са погоном на два точка у мекшим земљишним условима и при раду са тракторским утоваривачима.

Вучна сила коју може да развије трактор у различитим степенима преноса при раду мотора, са номиналним бројем обртаја и највећој ефективној снази мотора, назива се нормалном (прорачунском) вучном силом трактора.

Номинална вучна сила (F_n) је сила коју трактор у датом степену преноса и датим условима рада развија на потезници - на месту прикључивања прикључне машине за трактор и може да се израчуна према једначини:

$$F_n = G_e \cdot \varphi_n \quad (N), \quad (1.1)$$

где је:

- G_e (N) - експлоатациона тежина трактора и
 φ_n (-) - коефицијент искоришћења експлоатационе тежине трактора.

Основни тежински параметри трактора су:

- **Статичка тежина (G_s)**. То је основна тежина трактора опремљеног за могуће кретање.
- **Експлоатациона тежина (G_e)**. То је тежина трактора опремљеног за извођење одређене агротехничке операције, са возачем, потребним теговима, горивом, мазивом и др.
- **Динамичка тежина (G_d)**. То је тежина трактора формирана у раду на њиви и може бити већа од експлоатационе за утицај прикључне машине и отпора машине.
- **Адхезиона тежина (G_a)**. То је тежина која пада на погонске точкове. Ако је погон на све точкове или ако је трактор гусеничар, онда је адхезиона тежина једнака укупној тежини трактора.

За поделу трактора према **номиналној сили вуче** постоји више стандарда и приступа, а у пракси се често користи разврставање по категоријама, табела 1.1, са количником геометријске прогресије $q=1,440$.

Табела 1.1. Категоризација трактора по номиналној сили вуче

Категорија	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Сила вуче - kN	7	10	15	20	30	40	60	90

Максимална вучна сила трактора ограничена је адхезионим способностима ходног система, земљишним условима, стабилношћу управљања и обртним моментом мотора.

Трактори могу да се поделе и према типу шасије. Према **типу шасије** могу бити три варијанте:

- пуна шасија,
- полушасија и
- без шасије.

Код неких трактора као што су зглобни на посебној шасији везани су сви агрегати - мотор, трансмисија и друго (нпр. зглобни трактори ИМТ-5200, 5270, 5360 и 5500). Трактори као што су „беларус“ МТЗ 820 до МТЗ 1221 и други су са полушасијама. Постоји једно корито које је везано или заварено за кућиште задњег моста.

Код трактора без шасије кућиште мотора је везано за кућиште мењача и даље за кућиште задњег моста (нпр. трактори ИМТ-539, 542, 560 и други)

1.4. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИЗБОР ТРАКТОРА

При избору трактора треба добро да се размотре сви критеријуми које он треба да испуни. Критеријуми за избор трактора могу да се разврстају у следеће групе:

1. технолошки,
2. технички,
3. енергетски,
4. ергономски и
5. економски.

Као што је из претходног текста видљиво мора добро да се размисли пре свега о првенственој намени трактора. Погрешан избор за последицу има губитак новца, времена и радног учинка.

При избору трактора мора да се пође од његове намене, тј. од **технолошких** и **агротехничких** захтева које трактор мора да испуни у циљу квалитетног обављања радних операција. Из тог разлога, трактори намењени орању, имаће другачије карактеристике у односу на тракторе намењене транспорту или у односу на тракторе специјалних намена. Тако на пример, од трактора намењених орању и обради земљишта захтева се да имају добре вучне способности, да имају веће специфичне масе, kg/kW. Због тога ови трактори имају пнеуматике већих димензија, а треба да постоји могућност и удвајања точкова. Осим точкова могу да се користе и гусенице. Треба да постоји добра могућност додавања баласта, директно на точкове или додавањем тегова, пре свега, напред.

Уколико се трактор користи за сетву и међуредну култивацију треба да има уске пнеуматике и могућност подешавања размака точкова.

Код трактора намењених за рад у воћњацима и виноградима који се налазе на нагибима захтева се ниско тежиште и мали размак између точкова, ради проласка испод крошања. Осим тога, ови трактори интензивно раде у операцијама заштите биља, те морају да буду опремљени кабинама са натпритиском, ради заштите руковалаца од примењиваних хемијских средстава.

Трактори намењени за рад у повртарству морају да имају већи број степени преноса са малим брзинама кретања. Ради добијања оваквих брзина за тракторе се као опција нуде преносници за остварење пузајућих брзина.

Техничке карактеристике трактора односе се на концепт трактора, тежину и расподелу тежине, бројне техничке и друге карактеристике склопова трактора. Техничке карактеристике биће детаљно обрађене у наредним поглављима. Треба имати у виду да трактор својом масом остварује силу вуче при чему је важна расподела масе на предњи и задњи мост. Да би трактор могао да се агрегатира тешким ношеним машинама, као што су плугови обртачи, потребно је да има веће међуосовинско растојање ради веће уздужне стабилности, због чега се повећавају димензије трактора. Осим међуосовинског растојања у овом случају важна је и расподела тежина по погонским мостовима.

Између осталог, трактор се са техничког становишта бира и на основу постојећих или предвиђених оруђа/машина са којима ће да ради. Тежина трактора, снага мотора, носивост хидрауличких подизних механизма, хидраулички систем, трасмисија и друго треба да буду прилагођени потребама.

Могућност остварења контроле и управљања трактором такође има важну улогу, посебно данас када су електроника и позиционирање расположиви по

прихватљивијим ценама, нудећи многе предности. То се све више односи и на могућности праћења рада и управљања прикљученим оруђима/машинама. Развој у овој области је врло буран, те при набавци врхунских трактора ова област не би смела да буде занемарена. Могућности су описане у поглављу Контрола и управљање трактором и прикључцима.

Енергетске карактеристике тракторског мотора односе се, пре свега, на показатеље снаге, обртног момента и потрошње горива и обухватају међусобне односе – сила вуче, снага вуче и брзина кретања. Крајњи циљ при избору трактора јесте добијање енергетски уравнотеженог тракторско-машинског агрегата.

Ергономске карактеристике трактора важе за на услове рада руковалаца. Детаљно су обрађене у поглављу Радно место руковалаца. На већини савремених трактора, посебно оних веће снаге, примењује се висок ниво комфора и опреме радног места руковалаца. У већини случајева нуди се могућност за избор нивоа опреме радног места. Реномирани произвођачи трактора у свим случајевима у основној верзији нуде тракторе код којих је ниво буке и негативних вибрација сведен на ниво који обезбеђује здрав радни простор.

Такође, распоред команди, инструмената и прегледност обично су на високом нивоу и без додатне опреме. За виши ниво опремљености додатно се плаћа, виша је цена трактора. Корисник треба да процени да ли се та улагања исплате. Уколико трактор ради велики број радних сати, чак и значајан додатак плаћен за „луксузну“ опрему, може да се исплати, јер руковалац који ради у бољим условима остварује и боље резултате.

Треба нагласити да уколико је ергономски ниво опремљености испод данашњих „стандарда“ последица може да буде обољевање руковалаца, па и инвалидитет.

У ову групу критеријума за избор може да се уврсти и безбедност руковалаца, пре свега са становишта изведбе кабине или других заштитних структура. У овој области важе законски прописи, па је немогуће да се на тржишту нађе производ који их не задовољава. Међутим, поједини реномирани произвођачи применом савремених поступака прорачуна и производње развили су кабине које значајно премашују законске захтеве. У њима је руковалац безбедан, а чак и при великим хаваријама повређивање је сведено на минимум.

Да би се задовољили **економски** критеријуми потребно је да се формира оптимални састав производних агрегата, тј. тракторских система тако да се постигне што већи учинак и што нижи трошкови рада, при чему са техничког становишта то пре свега важи за потрошњу горива. При томе се трактор посматра не као независна целина, него у склопу са прикључним оруђем/машином.

На економичност примене трактора значајан утицај имају трошкови одржавања и поузданост. Уколико у току пуне сезоне дође до отказа трактора, а поправка дуго траје, индиректни трошкови могу вишеструко да премаше директне. О томе треба водити рачуна при избору трактора. Од утицаја на економичност је и избор појединих параметара, који се при избору трактора нуде као опција. Избор одговарајуће снаге мотора, трансмисије, хидрауличког система па и ергономске опремљености може да има значајни директни или индиректни утицај на профитабилност. Такође, треба сагледати могући развој технологије и примене у будућности, како трактор не би након неколико година био неупотребљив за поједине агротехничке операције. Са друге стране, не би требало да се улаже у додатну опрему која не може ефикасно да се користи и допринесе већој добити.

1.5. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Како се према Организацији за економску сарадњу и развој дефинише трактор?
2. Навести основне агрегате и системе трактора.
3. Описати историјат развоја трактора у свету.
4. Описати историјат трактора у Србији.
5. Како се трактори деле према врсти уграђеног мотора?
6. Навести поделу трактора према номиналној снази мотора.
7. Описати како се трактори деле према намени.
8. Како се трактори деле према концепцији градње?
9. Који су основни тежински параметри трактора?
10. Који су критеријуми за избор трактора?

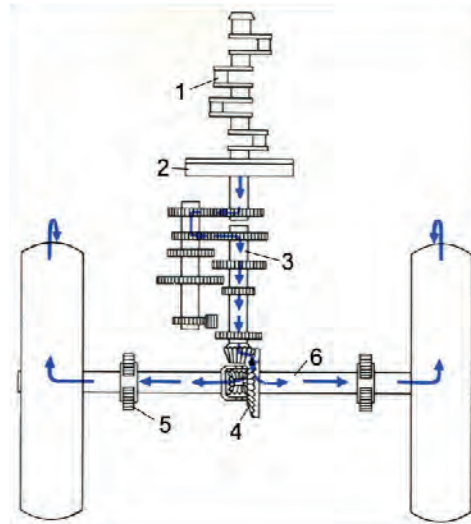
2. ТРАНСМИСИЈА ТРАКТОРА

Основни задатак преносног механизма трактора или трансмисије (*lat. transmissio* - преношење, пренос снаге са главне погонске машине на више других машина и склопова помоћу вратила, зупчаника, ременица, итд.) је да обави пренос снаге од мотора до погонских точкова и прикључног вратила трактора и да при том обави промену њених параметара (обртног момента и угаоне брзине), слика 2.1. На тај начин се велики број обртаја мотора редукује у мање бројеве обртаја и мање брзине погонских точкова које су потребне за извођење агротехничких операција. На слици 2.2. приказана је шема једне савремене трансмисије.

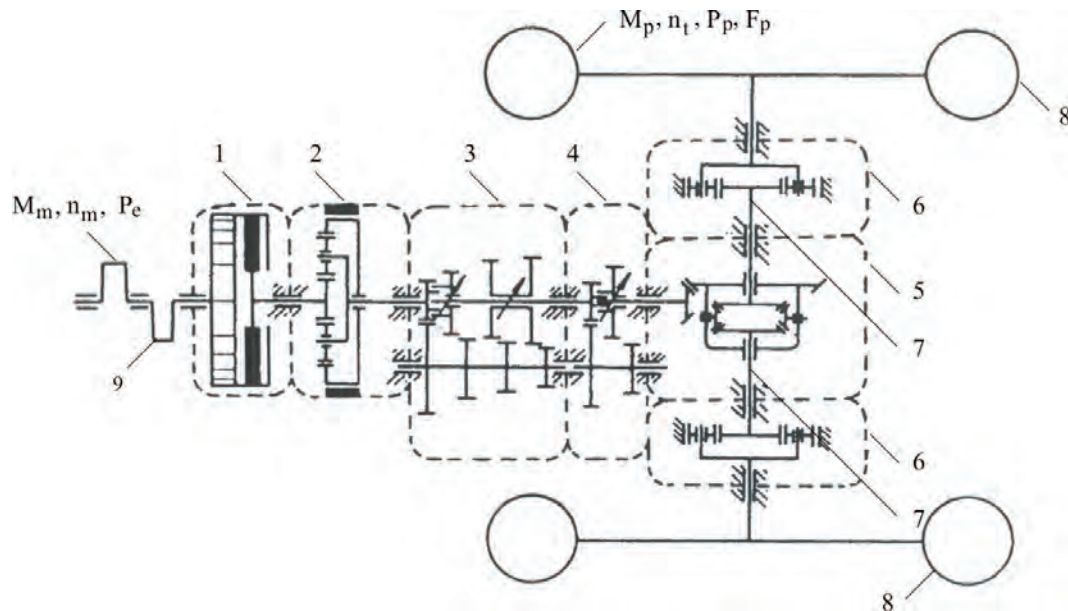
Приликом смањења броја обртаја долази до пораста обртног момента што резултира повећањем ободне силе на точку трактора. С обзиром на то да је трактор вучно-погонска јединица, у њему су уграђени вучни преносници снаге који пружају излазне параметре према условима рада, односно према отпорима земљишта, док се у аутомобилима и камионима уграђују брзински преносници снаге. Обртањем коленастог вратила (1) покрећу се зупчаници у мењачу са редуктором (3) и главни преносник са диференцијалом (4). Диференцијални преносник погони пар зупчаника с обе стране (5), који погоне точкове. Спојница (2) преноси погон од коленастог вратила ка мењачу.

Према конструкцији, преносни механизам трактора или трансмисија, може бити:

1. механичка,
2. хидрауличка (хидростатичка, хидродинамичка),
3. електромеханичка и
4. комбинована.



Слика 2.1. Шема трансмисије: 1. коленасто вратило; 2. спојница; 3. мењач са редуктором; 4. главни преносник са диференцијалом; 5. завршни пренос; 6. полувратила, Аноним FOS (1969)



Слика 2.2. Шема преноса снаге савременог трактора: 1. спојница; 2. појачивач обртног момента; 3. мењач; 4. редуктор; 5. главни преносник и диференцијал; 6. завршни пренос до тачкова трактора или погонских тачкова гусеница, Николић и сар. (2013)

Све наведене трансмисије могу бити са:

1. прекидом тока снаге,
2. без прекида тока снаге и
3. комбиноване.

Такође, све могу бити:

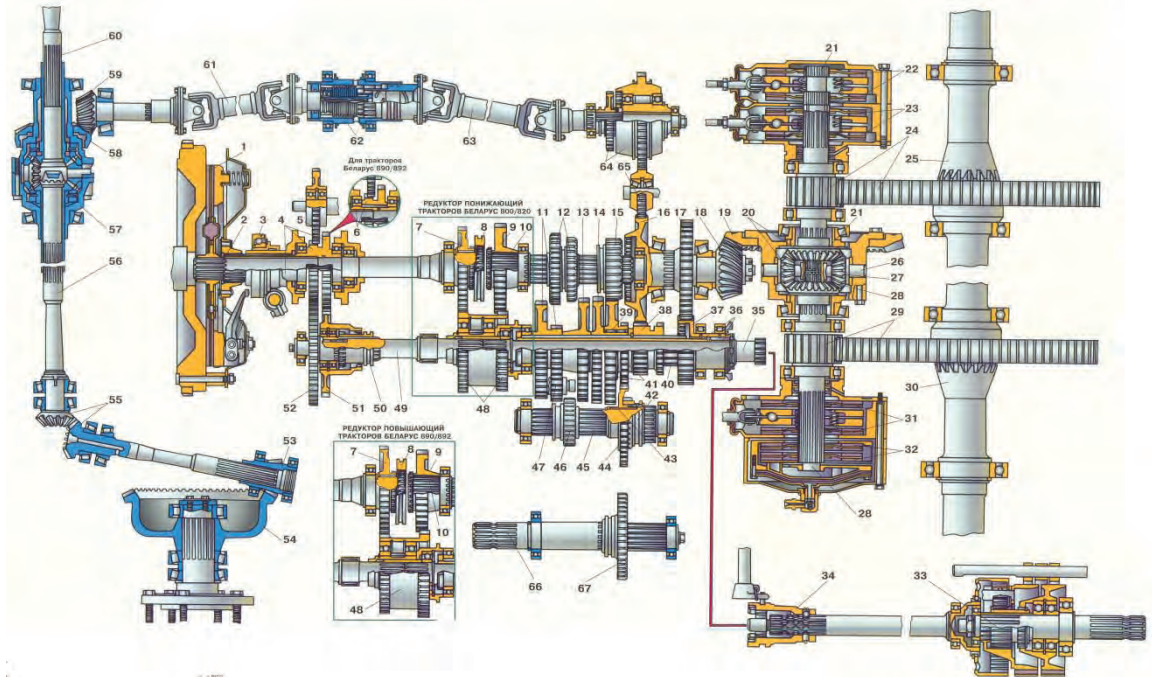
1. степенасте и
2. безстепенасте.

Задатак и општи захтеви које треба да испуни трансмисија су:

- Избор степена преноса према захтевима услова и технолошких операција (брзина кретања - вучна сила);

- Минимални губици енергије у преносу
 - пренос снаге до точкова 10-15 %
 - пренос снаге до прикључног вратила 5-10 %
 - пренос снаге до хидропотрошача 3-5 %;
- Промена степена преноса уз минимални утросак снаге руковалаца;
- Промена степена преноса без прекида тока снаге и аутоматска промена степена преноса;
- Висока поузданост преносног механизма.

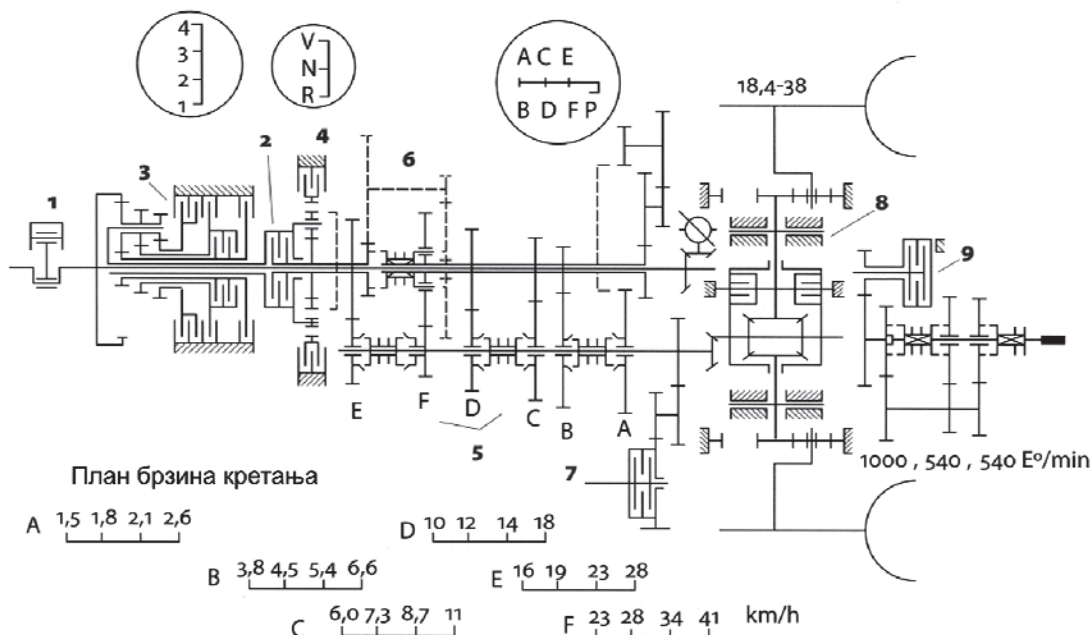
Трактори МТЗ 820 и 892 поседују механичку несинхронизовану трансмисију са погонном на задње и предње точкове, слика 2.2. Снага мотора од спојнице преноси се преко редуктора са померљивом назубљеном чауром, мењача са померљивим зупчаницима, главног преносника, диференцијала, потом завршног преноса са паром цилиндричних зупчника а тиме и до вратила задњег моста према једном и другом точку. Из мењача одваја се пренос ка предњем погонском мосту. Између спојнице и мењача монтиран је директни пренос снаге ка задњем прикључном вратилу. У оси дифернцијала постављене су дискосне кочнице које делују на цилиндричне зупчанике завршног преноса. Зупчаник за погон вратила са 540 о/мин служи и за погон пумпе хидрауличног система.



Слика 2.2. Трансмисија трактора МТЗ 800/820 и 890/892

Код савремених трактора трансмисија има исте компоненте као и код трактора старијих генерација, али су оне сложеније. Једна таква трансмисија шематски је приказана на слици 2.3. Главни мењачки преносник (3) изведен је као планетарни преносник, код којег се степени преноса мењају под оптерећењем, без прекида тока снаге. Поједини степени преноса остварују се кочењем зупчаника „сунце“ са ламеластим кочницама. Преносник за промену смера кретања (реверзор) (4) такође је изведен као планетарни преносник, што омогућава промену смера кретања без прекида тока снаге. Овај преносник омогућава да за кретање уназад стоји на располагању исти број степени преноса као и за кретање унапред. Главна спојница (квачило) (2) се активира, прекида ток снаге, при промени области брзина, односно рангова. Преносник за промену области (5) има стално узубљене зупчанике са зупчастим синхрон спојницама. Предњи погон (7) и погон прикључног вратила (9)

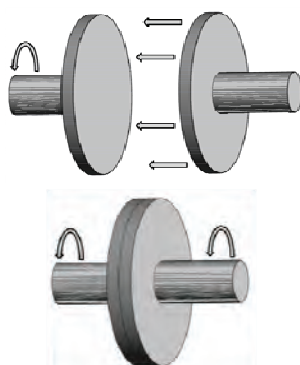
укључује се вишеламеластим спојницама потопљеним у уљу. Преносник за погон прикључног вратила има могућност одабира бројева обртаја 540, 540E и 1000, а промена се остварује узубљивањем зупчастих синхрон спојница. Поред 24 степена преноса за кретање унапред (4x6), додато је 12 за пузајуће брзине (само назначено као – 6).



Слика 2.3. Шема трансмисије савременог трактора „џон дир“ серије 6000 и 7000 „паурквад плус“ (PowerQuad Plus): 1. мотор; 2. главна спојница (квачило); 3. главни мењачки преносник; 4. преносник за промену смера кретања (инверзор); 5. додатник преносник за избор области (рангови); 6. преносник за пузајуће брзине (сгеер); 7. одвод снаге према предњем мосту; 8. радне кочнице на полувратилима задњег моста; 9. спојница за укључење прикључног вратила трактора, Renius (1999)

2.1. СПОЈНИЦЕ

Спојница (2) се налази између замајца мотора и мењача, слика 2.4 Има улогу да спаја и раздваја мотор и мењач приликом покретања мотора, код промене степена преноса и заустављања. Осим тога има улогу да пригушује торзионе осцилације и ударе при покретању и у току рада, као и да заштити остале спојене склопове од преоптерећења.



Слика 2.4. Шема рада спојнице

Код трактора тежих категорија, који поседују „паур шифт“ (*Power Shift*) мењач, спојница губи свој првобитни значај (јер се степени преноса мењају без прекида тока снаге) и користи се само при кретању уназад код прикључивања прикључне машине и приликом наглог заустављања у случају наиласка на неке препреке.

Спојнице се према принципу рада могу да поделе на:

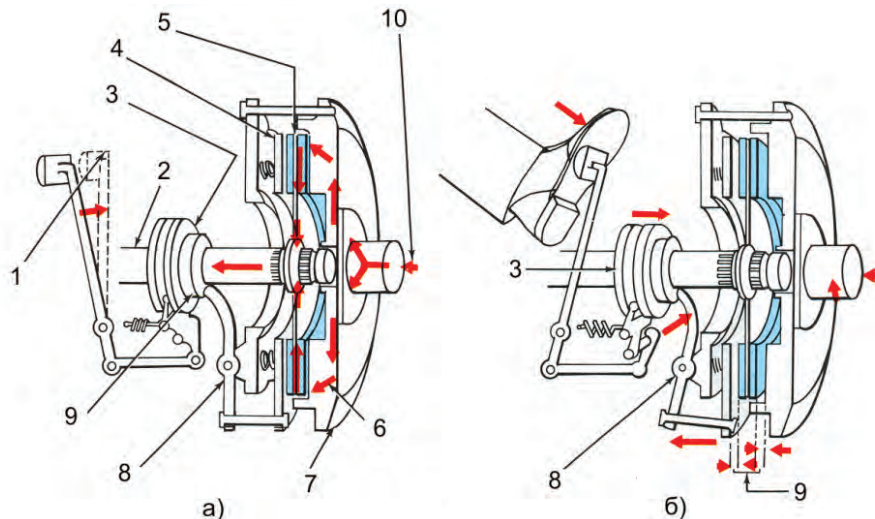
- фрикционе спојнице и
- хидродинамичке спојнице.

2.1.1. Фрикционе спојнице

У механичким преносницима снаге најчешће се користе фрикционе спојнице код којих се снага и обртни момент преносе захваљујући моменту трења, који се јавља између фрикционих површина. Приликом спајања фрикционих површина долази до проклизавања па се приликом укључивања спојница, обртни момент постепено повећава сразмерно притиску на додирним површинама. Тиме се повећава поступност укључивања, и оптерећења (што је нарочито важно приликом кретања трактора из места), чиме се смањују инерцијалне силе и удари, а и осигуравају се делови преносног механизма од преоптерећења. Недостатак ових спојница је у загревању и неопходности одвођења топлоте и трошења радних делова услед трења.

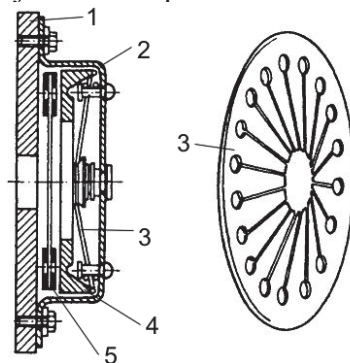
2.1.2. Фрикционе спојнице са притискајућим опругама

Ова спојница спада у групу раздвојивих спојница укључно-искључног типа. Једну страну спојнице чини спољна чеона страна замајца, (7), слика 2.5. Са замајцем су спојени и заједно се с њим окрећу поклопац спојнице и потисна плоча (4), а између потисне плоче и замајца налази се ламела спојнице (фрикциони диск) (5). Главчина ламеле спојнице је ожлебљена и има могућност аксијалног померања по улазном вратилу мењача (2). Спојница се укључује у рад укљештењем ламеле спојнице између потисне плоче (4) и замајца (7) под дејством притисних опруга. Искључивање спојнице обавља се притиском педале у кабини трактора. Дејство са педале се преко полужног механизма преноси на потисни лежај за искључење спојнице (3). Тај лежај притиска унутрашње крајеве двокраких полуа (8), а спољашњи крајеви полуа због зглобне везе повуку потисну плочу (4) која се повлачи уназад притискајући опруге и сабијајући их, чиме се растави спој потисне плоче (4), ламеле спојнице (5) и замајца (7).



Слика 2.5. Фрикциона спојница са притискајућим опругама, а) укључена, б) искључена, 1. слободан ход педале; 2. улазно вратило мењача; 3. потисни лежај за искључење спојнице; 4. потисна плоча; 5. ламела спојнице (фрикциони диск); 6. ток снаге; 7. замајац; 8. двокрака полуку; 9. зазор; 10. снага од мотора, Anonim FMO (1991)

Осим спиралних опруга у спојницама користе се и тањирасте опруге, слика 2.6.



Слика 2.6. Спојница са тањирастом опругом: 1. замајац; 2. кућиште спојнице; 3. тањираста опруга; 4. потисна плоча; 5. ламела спојнице (фрикциони диск)

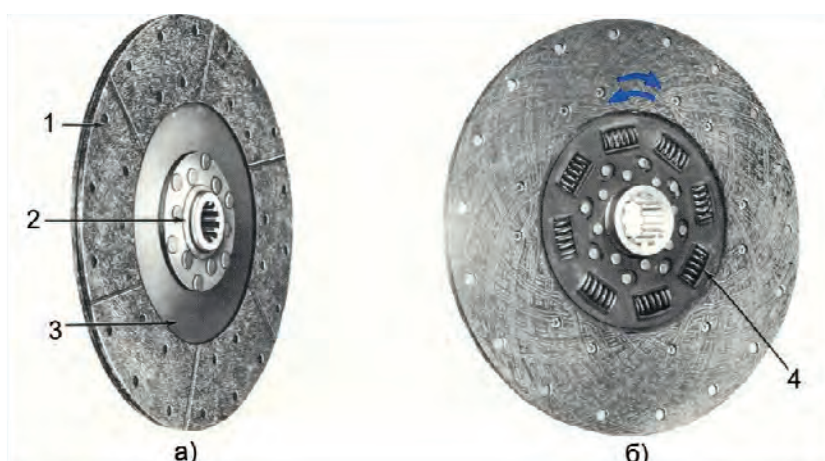
Ламела спојнице је централни и најважнији део спојнице. Најједноставније конструкције су крути фрикциони дискови који се састоје од главчине с унутрашњим ожлебљењем, дискосног носача фрикционих облога (диска) и фрикционих облога, слика 2.7. Спој између главчине и диска, са једне стране, и диска са фрикционим облогама, са друге стране, реализује се закивањем. Закивци за везу диска и фрикционих облога су шупљи и најчешће израђени од легура обојених метала. Облоге средишње плоче се израђују од материјала који изазива јако трење. То је тзв. „феродо“ материјал, маса састављена од азбестног ткива и металних нити (бабра или месинга), слепљена неком пластичном масом. Облоге од азбеста отпорне су на високе температуре.

У новије време облоге се израђују од металокерамичких материјала који су отпорнији према хабању, боље проводе топлоту и имају висок коефицијент трења. Један од захтева који се постављају пред спојнице је постепено и континуално спајање, односно повећање обртног момента, односно момента трења при укључивању. Једна од конструкцијских мера за обезбеђење овог захтева јесте израда ободног дела диска таласастог облика од опружног лима. На тај начин диск

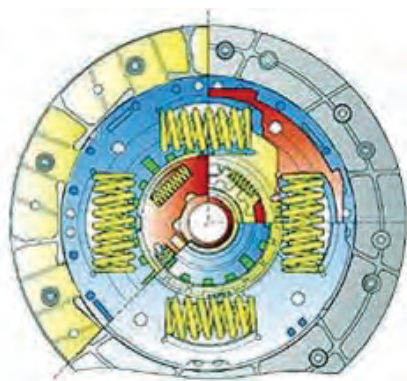
на делу причвршћивања са феродним материјалом има функцију опруга у аксијалном правцу. При томе се облоге закивају посебним закивцима. Уместо овога, а ради уштеде у опружном челику, постоје решења код којих се за диск закивају посебни лимови таласастог облика од опружног лима.

Да би се преносник снаге и мотор обезбедили од резонантних угаоних осцилација, које се јављају као последица неравномерности обртног момента мотора, у ламеле спојнице се уграђују посебни опружни елементи (4) који делују у тангенцијалном правцу. Као опружни елементи обично се користе завојне цилиндричне опруге (4), које једним крајем налазе на диск главчине (2), слика 2.8, а другим на дискове (3) за које се учвршћују фриксионе облоге. Главне опруге спојница које служе за остварење нормалне силе на површинама трења, изводе се као завојне и тањирасте. Завојне опруге су најчешће цилиндричне и конусне, а могу бити постављене по некој кружници близу обода потисне плоче или централно. Тањираста опруга се обавезно поставља централно.

Конструкцијска решења потисне плоче могу бити веома различита. Израђују се од специјалног лива који мора да има добре фриксионе особине у додиру са фриксионим материјалом. Осим тога, материјал мора бити такав да на површини трења, на којој се развијају релативно високе температуре за време процеса укључивања, нарочито при кретању трактора из места, не дође до измене структуре и смањења коефицијента трења. Облик плоче на супротној страни од површине трења се изводи тако да обезбеђује струјање ваздуха и тиме ефикасније одвођење топлоте.



Слика 2.7. Фриксиони дискови, а) крути, б) флексибилни: 1. фриксиона облога; 2. ожлебљена главчина; 3. дисковни носач; 4. опруга, Anonim FOS (1969)



Слика 2.8. Фриксиони диск са додатним опругама

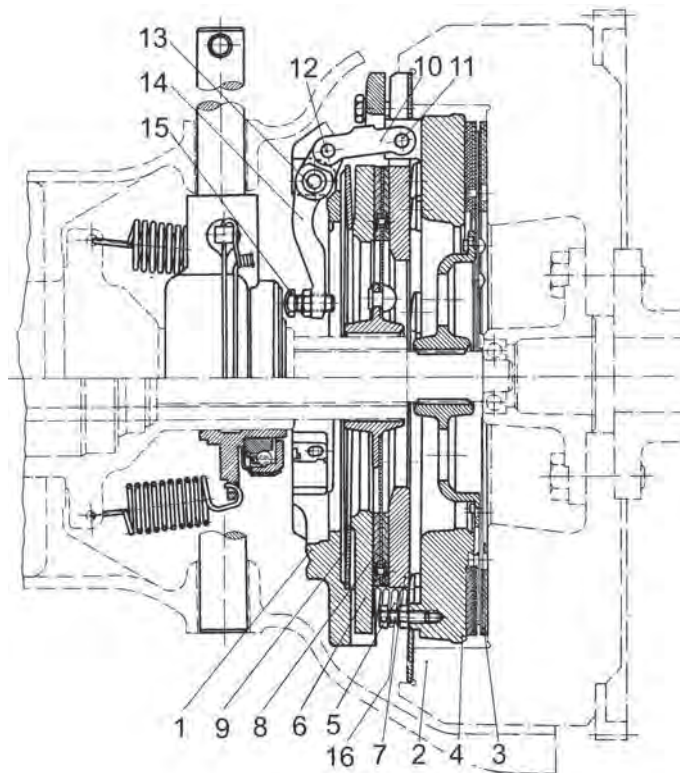
Употребом једностепене спојнице било је могуће обезбедити да прикључно вратило трактора (ПВТ) добија погон директно од мотора, али су постојали проблеми који нису могли бити решени. При обављању неке технолошке операције нпр. при кошењу могло је доћи до загушења па је тракториста морао да заустави трактор притиском на спојницу, а тиме би престао погон прикључног вратила трактора (у даљем тексту ПВТ). Да би одгушио прикључну машину, руковалац је био принуђен да се креће уназад (што је ређи случај) или да сиђе са трактора и рукама скине накупљену биљну масу. Пошто је такав поступак одузимао пуно времена и није био практичан, прешло се на уградњу двостепених спојница.

Двостепена спојница омогућава искључивање главне трансмисије (пренос снаге до погонских точкова), а да се при томе не прекида погон хидрауличке пумпе и ПВТ. То практично значи да када се првим ходом педале командног механизма искључи погон главне трансмисије, оруђа погоњена са ПВТ могу и даље да раде и да се подижу и спуштају хидрауличним системом. Даљим ходом педале зауставиће се рад ПВТ и хидрауличке пумпе.

Домаћи произвођач ИМТ на свом трактору ИМТ 542 уграђује двостепену спојницу, слика 2.9. Склоп двостепене спојнице састоји се од примарног фриксионог диска (3), који погони улазно вратило мењача и секундарног фриксионог диска (8), који погони улазно вратило прикључног вратила. Примарни фриксиони диск се погони тако што се секундарном притисном плочом (6) он приљубљује уз међуплочу (7). Ход притисне плоче остварује се помоћу три двокраке полуге (14), које се клате свака око свог стожера причвршћеног за оклоп спојнице (1), који је опет завртњевима везан за замајца мотора (2). У почетном кретању, двокрака полуга – дејствујући насупрот притисним опругама (5) – повлачи примарну потисну плочу (4) уназад и на тај начин ослобађа примарни фриксиони диск (3). Даљим повлачењем уназад, помоћу двокраких полуга, примарна притисна плоча (4) својим истуреним завртњевима потискује секундарну притисну плочу (6) насупрот дејству њене тањирасте опруге (9) и на тај начин ослобађа секундарни фриксиони диск (8). Двокраке полуге (14) покрећу се потисним (аксијалним) лежајем, који се потискује педалом спојнице и снабдевене су подешавајућим граничним завртњевима (15).

Ток снаге од замајца мотора (2) ка главној трансмисији за погон точкова иде преко фриксионих површина: замајца (2), примарне притисне плоче (4) и примарног фриксионог диска (3), затим, настављајући кроз сам диск, преко ожлебљења иде на главно улазно вратило мењача.

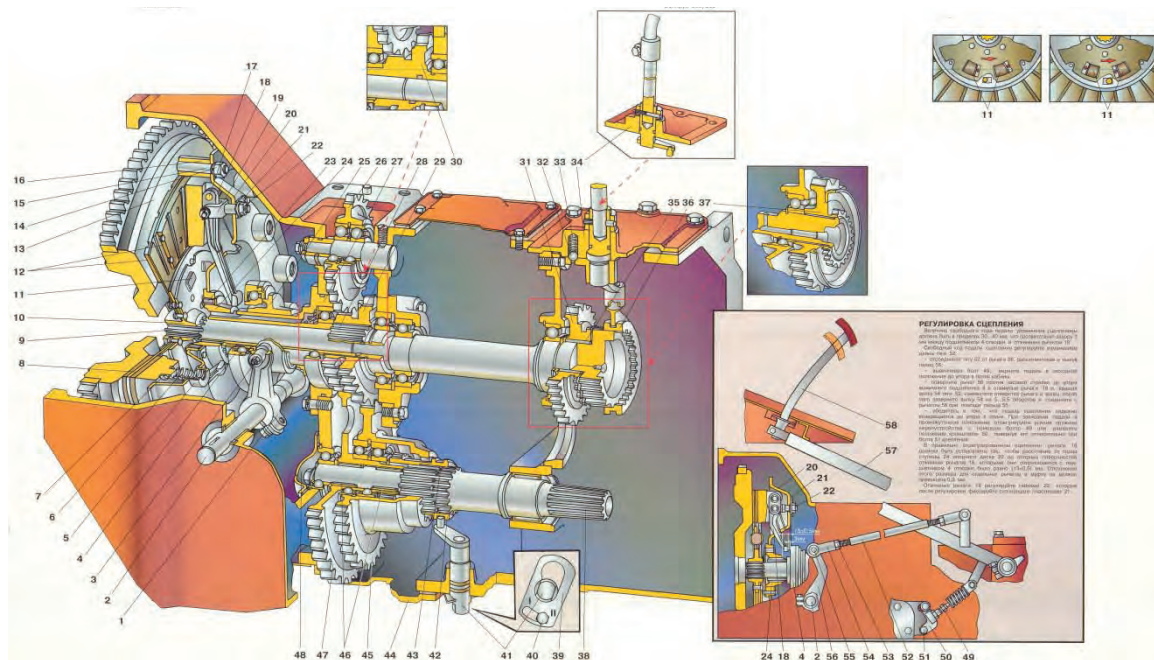
Ток снаге од замајца мотора (2) ка прикључном вратилу и пумпи иде преко фриксионих површина: секундарне притисне плоче (6), међуплоче (7) и секундарног фриксионог диска (8), затим, настављајући кроз сам диск, преко ожлебљења иде на улазно вратило прикључног вратила.



Слика 2.9. Двостепена спојница на трактору ИМТ 542:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. оклоп спојнице; | 9. тањираста опруга; |
| 2. замајец; | 10. спојка; |
| 3. примарни фрикциони диск; | 11. осовиница (спојка – притисна плоча); |
| 4. примарна потисна плоча; | 12. осовиница (спојка – двокрака полуга); |
| 5. притисна опруга; | 13. осовиница (двокрака полуга – оклоп); |
| 6. секундарна притисна плоча; | 14. двокрака полуга; |
| 7. међуплоча; | 15. подешавајући гранични завртањ; |
| 8. секундарни фрикциони диск; | 16. подешавајући гранични завртањ; |

Спојница код трактора МТЗ 820 и 920 је фрикциона, сува са једним диском, са 9 потисних опруга и ножним управљањем, слика 2.10. Пун ход педале је 175 mm, при чему је спојница искључена.



Слика 2.10. spojница на тракторима MTZ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952

Промена броја обртаја прикључног вратила 540 или 1.000 o/min регулише се заокретањем ваљчића 41, који се налази на доњем крају кућишта квачила. При обртању ваљчића у смеру казаљки на сату укључује се I степен 540 o/min, а у супротном смеру укључује се II степен односно 1.000 o/min. Величина слободног хода педале за управљање квачилом треба да буде у опсегу 30-40 mm, што одговара зазору од 3 mm између акслијалног лежаја и полужица (жабица). Поред наведене мере мора бити и подешено растојење између жабица и ослоне чауре корпе квачила. На фриксионој плочи налазе се торзионе опруге за ублажавање угаоних осцилација током неравномерног преноса обртног момента

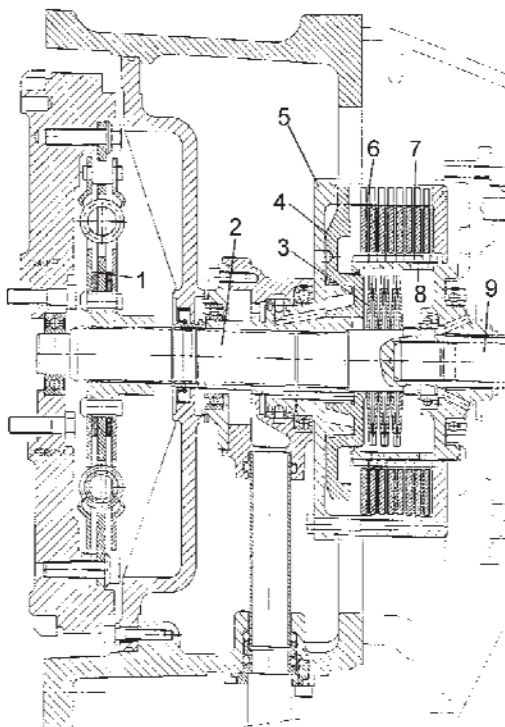
2.1.3. Вишеламеласте spojнице

На савременим пољопривредним тракторима уграђују се вишеламеласте spojнице које раде на сличном принципу као и претходне. Вишеламеласте spojнице се најчешће уграђују на тракторе већих снага где су оптерећења spojница већа и тежи услови рада. Њима се добија, на релативно мањем простору, већа укупна фриксиона површина. Вишеламеласте spojнице могу бити суве и мокре, односно потопљене у уљу, све у зависности на који начин се укључују.

Конструктивне изведбе ових spojница су у основи исте као и код фриксионих spojница са једном или са две ламеле, с тим што овде постоји већи број ламела (дискова), које су израђене од феродног материјала. Управљање овим spojницама најчешће је електрохидрауличко.

Трактори „масеј фергусон“ (Massey Ferguson) серије 6200 имају уљну вишеламеласту spojницу која се састоји од улазног вратила (2) на које је ужлебљен спољашњи добош (5) са металним дисковима (6), унутрашњег добоша (8) са фриксионим дисковима (7), који је ужлебљен на излазно вратило (9), клипа (4) и тањирастих опруга (3), слика 2.11. Принцип рада вишеламеласте spojнице на тракторима „масеј фергусон“ серије 6200 је следећи: уље делује на чело клипа (4) потискујући га, а клип, потискује фриксионе дискове (7) унутрашњег добоша (8) и

металне дискове (6) спољашњег добоша (5) тако да се они сабијају и између њих се остварује чврста веза трењем, при чему се спојница укључује. Притисак уља је 17 бара, а да би се обезбедило континуално укључивање спојнице и притисак уља континуално расте. У почетку је притисак 11 бара, а потом се континуално повећава до 17 бара. Клип својим померањем сабија и тањирасте опруге (3). Деловањем на команду, односно, педалу спојнице, притисак уља опада, а клип (4) се под утицајем сабијених опруга (3) враћа уназад, чиме се омогућава брже раздвајање везе.



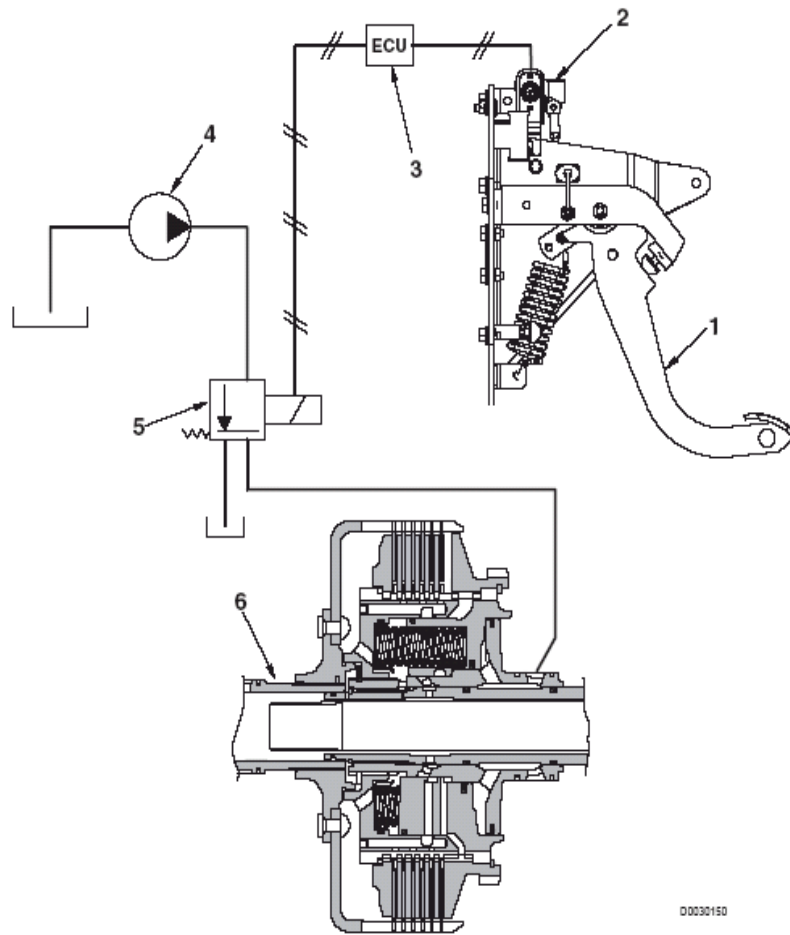
Слика 2.11. Вишеламеласта спојница на тракторима „масеј фергусон“ (Massey Ferguson), серије 6200: 1. торзиона спојница; 2. улазно вратило; 3. тањирасте опруге; 4. тањирасти клип; 5. спољашњи добош; 6. метални дискови спољашњег добоша; 7. фрикциони дискови унутрашњег добоша; 8. унутрашњи добош; 9. излазно вратило

На новим серијама трактора „масеј фергусон“ (серије 8700 педала спојнице не делује директно на усмеравање уља ка хидрауличком клипу, него се на педали налази сензор положаја који шаље информацију електронској управљачкој јединици (ECU) да усмери уље ка хидрауличком клипу спојнице, слика 2.12.



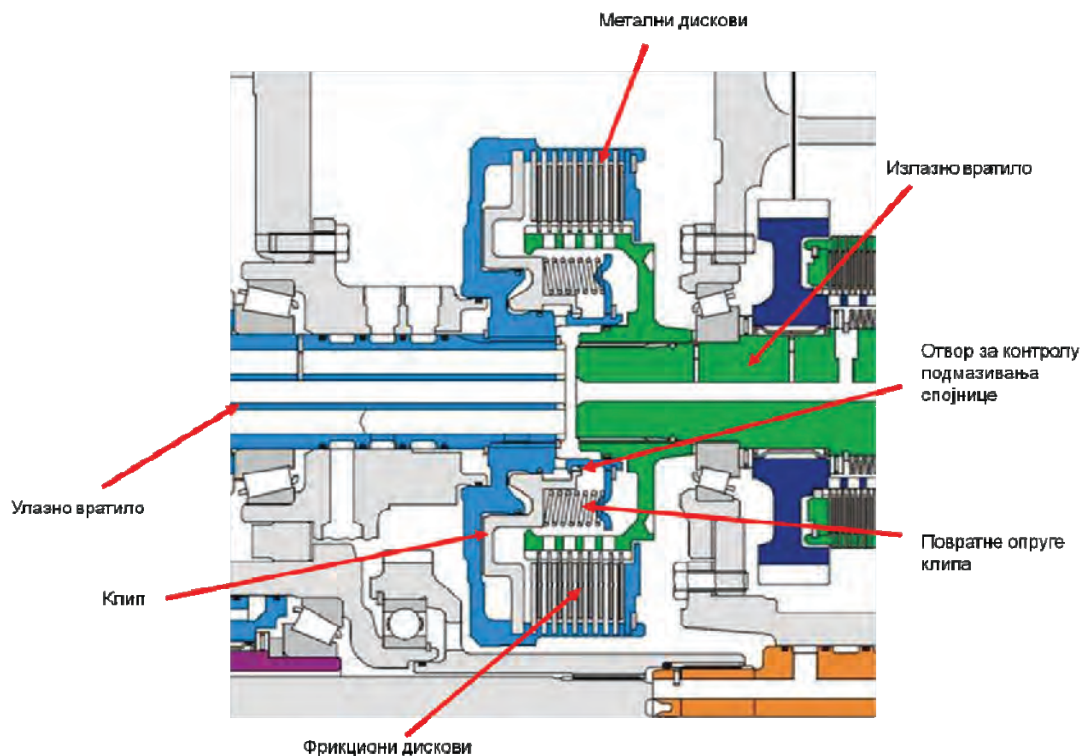
Слика 2.12. Педала спојнице са сензором положаја на тракторима „масеј фергусон“ серије 8700

Главна спојница трактора „дојц“ (Deutz) „агротрон“ у трансмисији ZF T7100 је вишеламеласта спојница која за активирање користи хидраулично уље, односно у питању је електронски контролисана и хидраулички управљива спојница, слика 2.13. Притиском на педалу (1) активира се сензор положаја (2), који шаље сигнал до електронске управљачке јединице (3). Потом, електронска управљачка јединица шаље управљачки сигнал до пропорционалног селонидног вентила спојнице (5), који се помера и пропушта уље под притиском у спојницу, у складу са положајем педале спојнице. Уље под притиском потискује пумпа за уље (4).



Слика 2.13. Принцип рада вишеламеласте спојнице трактора „дојц“ (Deutz) „агротрон“: 1. педала спојнице; 2. сензор положаја педале спојнице; 3. електронска управљачка јединица (ECU) трансмисије; 4. пумпа трансмисије; 5. пропорционални соленоидни вентил спојнице; 6. главна спојница

Главна спојница трактора „кејс“ серије „магнум“, је вишеламеласта спојница која за активирање користи хидраулично уље, односно у питању је електронски контролисана и хидразлички управљива спојница, слика 2.14.



Слика 2.14. Вишеламеласта спојница трактора „кејс“ серије „магнум“

2.1.4. Амортизер торзионих осцилација у трансмисији

На пољопривредним тракторима новије генерације на којима се промена степена преноса обавља без прекида тока снаге тзв. „паур шифт“ (*Power Shift*) трансмисија, уграђена спојница нема укључно-искључну функцију, него само функцију ублажавања торзионих удара.

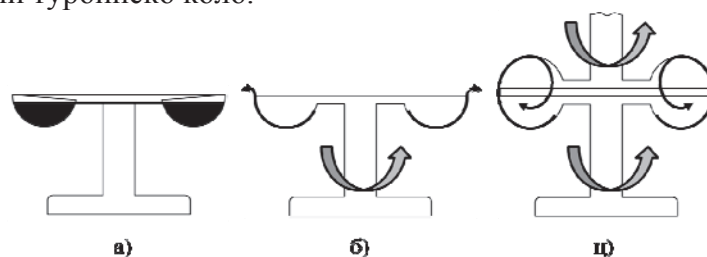
На спојници трактора „масеј фергусон“ (*Massey Ferguson*) торзиона спојница (1) је постављена испред главне спојнице (квачила), слика 2.11. Ове торзионе спојнице могу бити изведене као уобичајени флексибилни фрикциони диск с опругама или у облику гуменог прстена.

2.1.5. Хидродинамичке спојнице

Познате су потешкоће које настају приликом покретања трактора који имају спојницу на трење. Да би спојница и зупчаници били дуже у радној функцији, мора се кренути са места са најмањим могућим обртним моментом, па се он постепено појачава смањивањем клизања спојнице. Овај начин задаје посебне тешкоће приликом кретања са места када је трактор оптерећен тешким теретом. Руковалац тада нема другог решења него да крене уз висок број обртаја мотора, па да нагло укључи спојницу. Ово кретање са трзајем је штетно и за спојницу и за зупчанике.

Овај проблем може да се реши уградњом хидродинамичке спојнице. Код ових спојница се за пренос снаге користи енергија кретања течности. Принцип хидродинамичког преноса снаге приказан је на слици 2.15. Ако се у неко коло са крилцима сипа уље, при окретању тог кола доћи ће до избацивања течности услед кинетичке енергија која јој је предата окретањем кола, слика 2.15б. Уколико се насупрот овом колу постави још једно секундарно коло са крилцима, уље неће да изађе напоље, него ће ударити у друго коло и вратити се у примарно коло, слика 2.15ц. Услед удара кинетичка енергија уља предаје се секундарном колу и оно

почне да се обрће. Примарно коло назива се пумпа или пумпно коло, а секундарно коло турбина или турбинско коло.

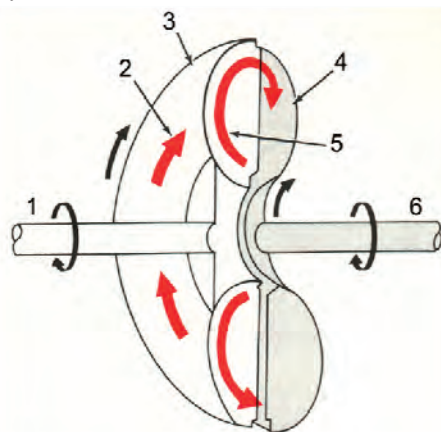


Слика 2.15. Принцип рада хидродинамичке спојнице: а) мировање; б) обртање примарног кола; ц) обртање примарног и секундарног кола

Хидродинамичка спојница, слика 2.16, састоји се из два основна дела:

- коло (ротора) ротационе пумпе (3) које је причвршћено за поклопац пумпе, а поклопац је причвршћен при крају коленастог вратила мотора (1) и
- коло (ротора) турбине (4) које је причвршћено за вратило спојнице (6), које улази у мењач.

Оба кола имају лопатике. Цело кућиште спојнице је добро заптивено и до 85% запремине напуњено уљем.



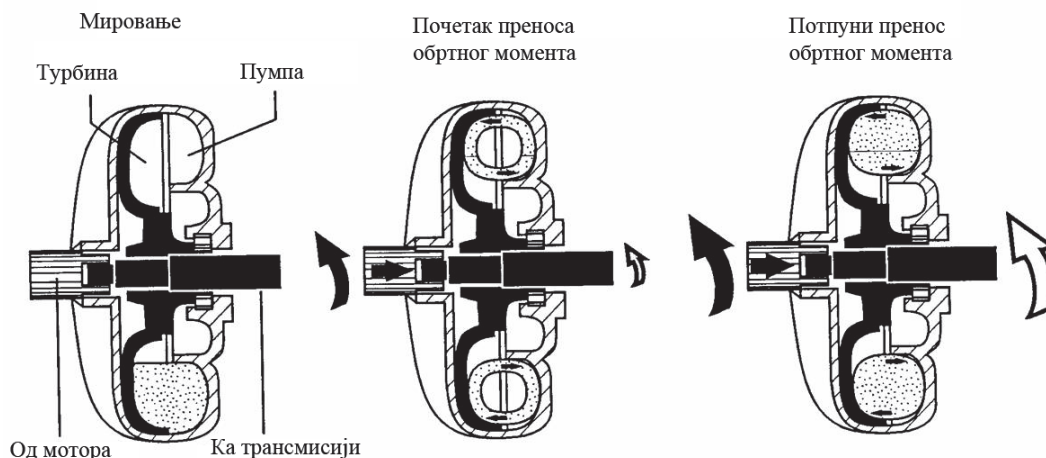
Слика 2.16. Хидродинамичка спојница: 1. коленасто вратило мотора; 2. радијално кретање уља у односу на вратила; 3. коло пумпе; 4. коло турбине; 5. кретање уља између лопатица; 6. вратило спојнице, Anonim FOS (1996)

Принцип рада хидродинамичке спојнице је следећи, слика 2.17:

Механички рад погонског мотора трансформише се у пумпном колу у кинетичку енергију флуида који даље струји кроз лопатике турбинског кола у којем се опет кинетичка енергија флуида претвара у механички рад. Док за време обртања нема преноса снаге (мотор ради, а трактор стоји) течност у пумпи и турбини мирује јер је притисак у турбини једнак притиску у пумпи, а оба притиска настају услед центрифугалне силе. Тек ако турбина почне спорије да се обрће, опашће у њој притисак јер спорије обртање изазива мању центрифугалну силу, па ће већи притисак у пумпи довести до кретања течности.

Течност сада прелази из пумпе у турбину и враћа се из ње у пумпу. До споријег обртања турбине доћи ће ако се она оптерети (кад трактор крене са места). Тада се турбина обрће спорије, а разлика у броју обртаја пумпе и турбине зове се клизање. Порастом оптерећења, а тиме и клизања, расте и обртни момент који преноси спојница.

Трактор може да крене уз пуни број обртаја мотора, чим се оптерети (убацивањем у брзину). Он тада одмах добро и постепено повуче, без удараца и трзаја, јер течност у спојници делује као пригушивач (амортизер удара).



Слика 2.17. Рад хидродинамичке спојнице

У случају да оруђе које трактор вуче наиђе на препреку и трактор због тога стане, неће бити штете ни на трансмисији нити на мотору, јер овај ударац прима спојница у којој тада долази до потпуног проклизавања. Са хидродинамичком спојницом трактор може да крене из било којег степена преноса. У пумпном и турбинском колу налази се одређен број лопатица чији је положај и облик, код појединих решења, различит.

Хидродинамичке спојнице се обично израђују у склопу са фрикцијом спојницом која омогућава потпуно одвајање мотора од мењачког вратила, али има решења и без фрикцијне спојнице код којих се остварује чисто одвајање мотора од преносника снаге (при промени степена преноса), пражњењем уља из спојнице. Ово пражњење и пуњење хидродинамичке спојнице остварује се помоћу једне пумпе, излазног вентила, граничног вентила и разводника.

При преносу снаге појављује се губитак снаге услед клизања, трења и удара течности при пролазу из кола пумпе у коло турбине. При потпуно укљученој спојници клизање се креће од 2-3%. Коефицијент корисног дејства спојнице се креће у границама од 0,96-0,99.

2.2. РЕВЕРЗОР - POWERSHUTLE

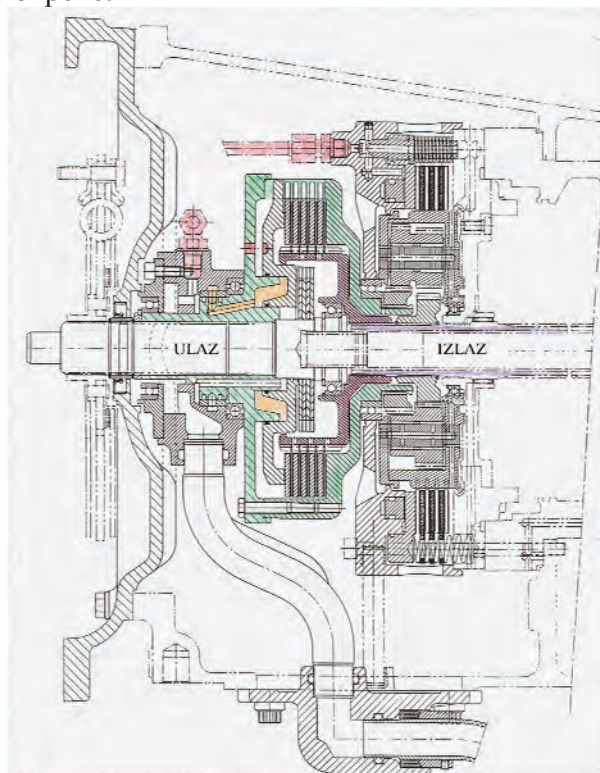
Реверзор јединица служи за промену смера кретања и она је електронски контролисана и хидраулички управљива код које се промена смера кретања обавља под оптерећењем без прекида тока снаге, слика 2.18.

Реверзор јединица омогућава промену смера кретања без коришћења педале квачила. Она се састоји из две спојнице:

- предње спојнице која је веома слична раније описаном главном квачилу и постављена је иза замајца
- задње спојнице која је постављена иза предње спојнице и полу-паур шифт јединице. Ова спојница у себи садржи и планетарни зупчасти пренос на који она делује као кочница када је укључена.

Обе спојнице су електронско хидраулички контролисане при чему се сваки клип активира пропорционалним соленоидним вентилима, које уљем снабдева систем од 17 бара и повезане су „аутотроник“ системом. Када је мотор угашен спојнице су искључене. Промена смера кретања се обавља ручицом која се налази са леве

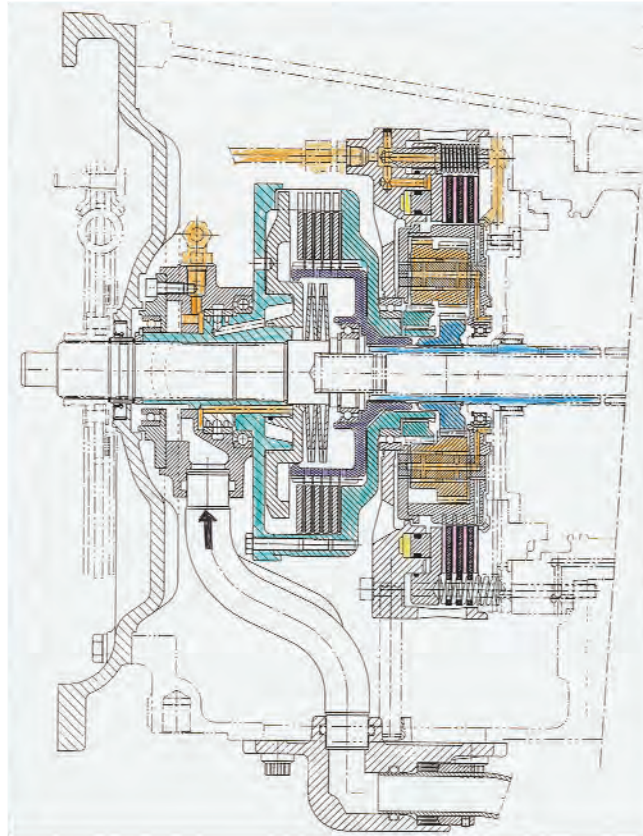
стране управљачког точка која служи за управљање полу-паур јединицом. Реверзор на тракторима MF серије 6000 представља двоструки планетарни зупчаник при чему улазни сунчани зупчаник је повезан са спољним добошем прве спојнице, а други сунчани зупчаник с излазним вратилом. Први планетарни зупчаник има један сет зупчаника тркача док други има два сета зупчаника тркача, ради промене смера окретања. Носач зупчаника тркача по свом обиму има фрикционе плоче између којих се налазе међуплоче друге спојнице на које делује клип под дејством притиска уља од 17 бара тако да се кочи планетарни носач. Погон тада иде са спољњег добоша прве спојнице на сунчани зупчаник првог планетарног зупчаника, затим на зупчанике тркаче где се мења смер окретања и на крају на сунчани зупчаник другог планетарног зупчаника, који је ужлебљен излазним вратилом. Када се ручицом одабере смер кретања напред укључује се прва спојница тако да она директно погони излазно вратило, слика 2.18. Друга спојница је искључена тако да се носач зупчаника тркача окреће заједно са вратилом, тј. цео склоп представља једну целину која се окреће.



Слика 2.18. Положај за кретање унапред

Када се одабере положај ручице за кретање уназад искључује се предња спојница тако да се окреће само спољни добош спојнице са којим се окреће улазни сунчани зупчаник Powershuttle планетарног преноса, слика 2.19.

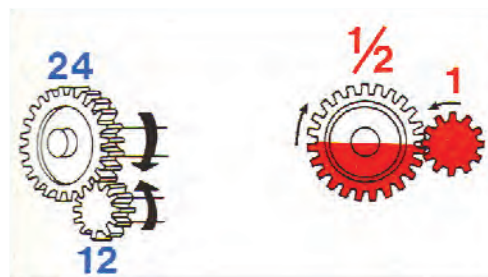
У неутралном положају искључене су обе спојнице.



Слика 2.19. Положај за кретање уназад

2.3. МЕЊАЧКИ ПРЕНОСНИК

Мењачки преносник представља основни и најзначајнији склоп преносника снаге. Основни задатак мењача јесте да при преносу снаге обави промену њених параметара (обртног момента и броја обртаја, односно угаоне брзине), доводећи их на вредности, који одговарају тренутним потребама погонског моста, односно тренутним вредностима отпора на погонским точковима, слика 2.20. Осим овог основног задатка, мењач омогућава кретање возила уназад, као и рад мотора у месту.



Слика 2.20. Промена броја обртаја спрегнутих зупчаника, Anonim FOS (1996)

Основна карактеристика зупчаничких мењача јесте степенаста промена преносних односа, односно при константној снази коју одаје мотор, степенаста је промена параметара снаге. Што је већи број степени, веће је и искоришћење расположивих погонских перформанси мотора. Међутим, треба имати у виду, да повећањем степени преноса мењач и механизам за његово управљање постају сложенији, компликованији и скупљи за производњу и експлоатацију.

Класификација зупчаничких мењача може бити у односу на различите параметре.

У погледу положаја вратила, односно оса, мењачи се деле на две основне групе:

- са непокретним осама вратила и
- са покретним осама вратила (тзв. планетарни мењачи).

У односу на задатке које обављају на трактору мењачи се деле на:

- главне мењачке преноснике и
- допунске мењачке преноснике.

Допунски мењач служи као допуна главном, обезбеђујући проширење могућности промене параметара снаге или раздвајање (гранање) снаге.

У односу на број степени преноса мењачи могу бити са два, три, четири и више степени преноса, а у односу на начин управљања могу бити са принудним (обично ручним) и аутоматским управљањем. Укључивање и искључивање појединих степена преноса може се обављати на различите начине. У том погледу, системи управљања мењачким преносницима могу бити: механички, хидраулички, електрични и комбиновани.

На пољопривредним тракторима уграђују се различите конструкције мењачких преносника. Према конструкцији и начину преноса снаге, мењачки преносници могу да се поделе на следећи начин:

1) **Мењачки преносници** са прекидом тока снаге

- 1.1. Мењачки преносници са померљивим зупчаницима
- 1.2. Мењачки преносници са стално спрегнутим зупчаницима
 - 1.2.1. Мењачки преносници са тврдом спојницом
 - 1.2.2. Мењачки преносници са синхрон спојницом

2) **Мењачки преносници** без прекида тока снаге укључивањем под оптерећењем „паур шифт“ (*Power Shift*)

2.1. Мењачки преносници код којих се само поједини степени преноса укључују под оптерећењем

2.2. Мењачки преносници код којих се сви степени преноса укључују под оптерећењем

2.3. Мењачки преносници код којих се степени преноса аутоматски мењају под оптерећењем у зависности од оптерећености трактора

3) **Мењачки преносници** са континуалном променом степена преноса

На мењачу се разликује кућиште, вратила, виљушке, полуге, командна ручица и систем зупчаника.

Кућиште мењача израђује се од ливеног челика или ливеног гвожђа. У кућишту налазе се лежишта и преграде. Са горње стране кућиште се затвара поклопцем. Предњим крајем кућиште је завртњевима причвршћено за блок и картер мотора, а задњим за кућиште диференцијала. Код савремених трактора поједини склопови мењачких преносника израђени су као модули, па је купцу на располагању да комбинује које ће модуле да има његов трактор.

Вратила преносе снагу и обртни момент помоћу зупчаника. Рукавци вратила ослањају се на лежишта уграђена у кућишту мењача. Мењач има улазно вратило, излазно или главно вратило, помоћно и међувратило. Међувратило служи за добијање смера кретања уназад. Командна ручица служи за одабир степена преноса померањем полуга које носе виљушке.

У мењачу, а и у осталим компонентама трансмисије уграђују се котрљајући куглични лежаји, где постоје радијална оптерећења. Котрљајући ваљкасти лежаји

са косим ваљцима уграђују се када се поред радијалних јављају и аксијална оптерећења.

Пожељан број степени преноса код универзалних и тешких трактора је:

- напред мин. 16
- назад мин. 4

Број степени преноса у области брзина кретања од 4-12 km/h:

- 8 - 12

Број степени преноса изнад 15 km/h:

- 5 до 10

Структура брзина кретања:

- пужне до 0,5 m/s
- технолошке 0,5-6 m/s
- транспортне > 6 m/s

Минимална и максимална брзина кретања без пужних брзина:

- минимална 2-3 km/h
- максимална 30-50 km/h

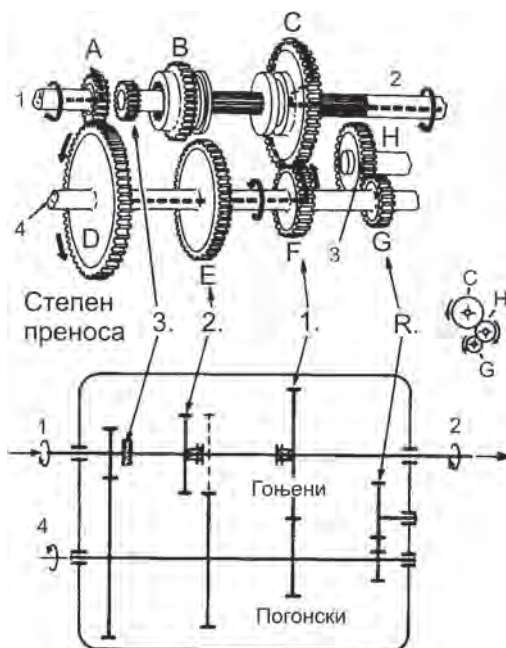
2.3.1. Мењачки преносници са прекидом тока снаге

Мењачки преносници са прекидом тока снаге деле се на мењачке преноснике са померљивим зупчаницима и мењачке преноснике са стално спрегнутим зупчаницима.

2.3.1.1. Мењачки преносници са померљивим зупчаницима

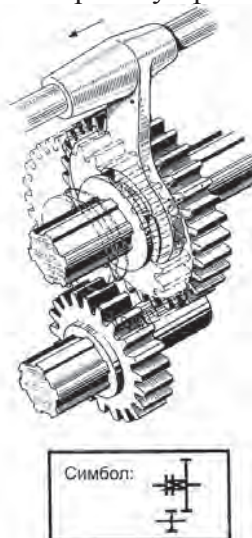
Први мењачки преносници који су се уграђивали на пољопривредне тракторе били су мењачки преносници са померљивим зупчаницима, слика 2.21. Такви мењачки преносници углавном су имали мали број степени преноса (три до четири), што није задовољавало захтеве агротехнолошких операција примењиваних у процесу пољопривредне производње. Због тога су додаване још једна или две променљиве групе које су чинили два пара чеоно спрегнутих зупчаника или један планетарни пар. На тај начин број степени преноса повећао се за два или четири пута. Овакви мењачки преносници се данас примењују на тракторима мањих снага, тј. нижих категорија.

Приказани мењач је конструисан са три степена преноса за кретање унапред и 1 за кретање уназад, са померљивим зупчаницима са правим зубима. Мењач се састоји из улазног (спојничког) вратила (1), посредног вратила (4) и главног (излазног) вратила (2), слика 2.21. Зупчаник на улазном вратилу (А) спрегнут је са зупчаником на посредном вратилу (D) и стално га погони. Померањем зупчаника на главном вратилу (С) и њиховим спрезањем са фиксним зупчаницима на посредном вратилу (F) добија се редуција броја обртаја, односно, одређени степен преноса. Зупчанице су цилиндричне са правим зупцима. Карактеришу их мали губици, због непостојања аксијалних сила, али су им недостаци неконтинуалан пренос снаге и бучан рад. Зупчаник (H) служи да се добије супратан смер кретања излазног вратила, односно ход уназад. Код савремених мењача континуалан рад добија се тако што су истовремено узубљена два или три пара зубаца.



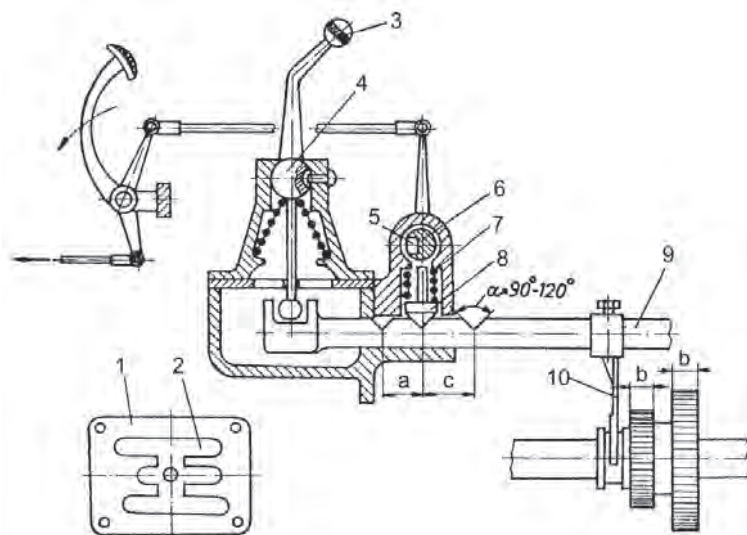
Слика 2.21. Мењач са померљивим зупчаницима: 1. улазно вратило; 2. главно (излазно) вратило; 3. вратило за ход уназад; 4. помоћно вратило, Wenner et al. (1980)

Померање померљивог зупчаника по вратилу приказано је на слици 2.22.



Слика 2.22. Укључење померљивог зупчаника са фиксним зупчаником, Renius (1987)

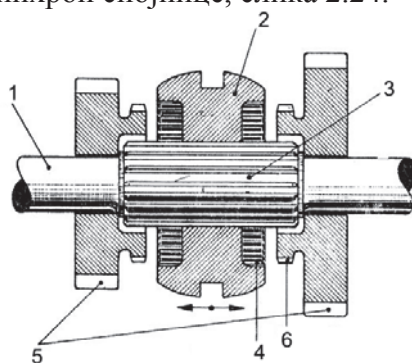
Механизам за блокирање приказан је на слици 2.23. Он спречава укључивање степена преноса када је укључена спојница (квачило). Педала спојнице је преко полужја у вези са ваљчићем за блокирање (6), а фигурни изрез (5) овога се налази изнад фиксатора (8). Ако је спојница укључена, фиксатор (8) упире о пуни део ваљчића (6), па фиксатор не може да се подигне да ослободи шипку (9) и степен преноса не може да се укључи. Када се притисне педала до краја (искључи спојница), тада се ваљчић (6) толико заокрене да изнад фиксатора (8) дође његов изрезани део (5), па фиксатор може да се подигне и степен преноса може да се укључи.



Слика 2.23. Уређај за блокирање: 1. кулиса; 2. прорези; 3. ручица мењача; 4. кугласти лежај ручице; 5. изрез на блокирајућем ваљчићу; 6. блокирајући ваљчић; 7. опруга; 8. фиксатор; 9. шипка; 10. виљушка

2.3.1.2. Мењачки преносници са стално спрегнутим зупчаницима

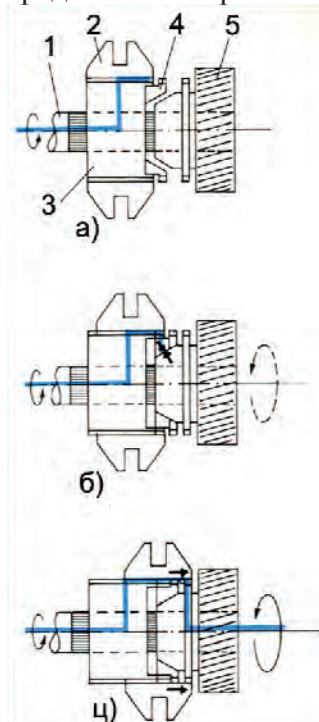
Недостаци мењача са померљивим зупчаницима, изражени нарочито при кретању трактора, у виду тежег укључивања степена преноса, што је праћено ударним оптерећењима зубаца зупчаника, елиминисани су уградњом зупчастих спојница, слике 2.24 и 2.25. Тврде зупчасте спојнице с унутрашње стране имају назубљене венце, слика 2.24, (4), истог корака и величине, као и назубљени венац (6) на обртним зупчаницима (5). Веза између тврде зупчасте спојнице (2) и вратила (1) обављена је преко ожлебљења (3) на вратилу (1) и спојници (2). Обртни зупчаници (5) стално су спрегнути са својим паровима на погонском вратилу. Померањем спојнице и њеним спрезањем са назубљеним венцем (4) ствара се чвста веза између вратила (1) и зупчаника (5). Код тврде зупчасте спојнице олакшано је одабирање степена преноса у односу на зупчанике са померљивим зупчаницима, јер се узубљују зупци мањих димензија, али је и даље отежано управљање код трактора већих снага. Због тога се примењују зупчасте спојнице са престеном за синхронизацију, односно синхрон спојнице, слика 2.24.



Слика 2.24. Тврда зупчаста спојница: 1. вратило; 2. тврда зупчаста спојница; 3. ожлебљења на вратилу; 4. назубљени венац на спојници; 5. обртни зупчаници; 6. назубљени венац на обртном зупчанику

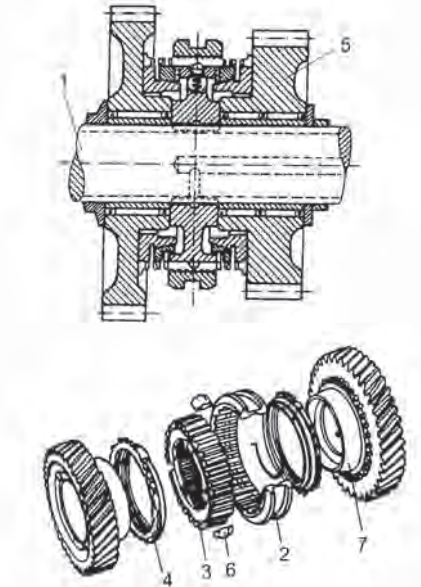
У случају зупчасте спојнице (слика 2.25а), један спрег чини зупчasti пар стално узубљених зупчаника, при чему је један зупчаник ужлебљен са својим вратилом док се други зупчаник, (5) слободно обрће око свог вратила (1). Слободно обртни зупчаник је несиметричан, јер са једне своје стране има назубљени венац. Назубљени венац чине зупци мањег корака и величине у односу на преносне зупце зупчаника обликовани тако да се што лакше обави узубљивање са спољашњим прстеном за укључивање (2). Слободно обртни зупчаник (5) се повезује са вратилом (1) преко померљиве зупчасте синхрон спојнице ужлебљене на исто вратило, померањем укључног прстена (2). Преко унутрашњег прстена (3) спојница је ужлебљена са вратилом (1). На укључни прстен делује се виљушком мењача повезаном ручицом мењача. Укључни прстен (2) је с унутрашње стране назубљен зубцима истог модула као и зупци назубљеног венца обртног зупчаника (5).

Када је спојница искључена обртни зупчаник се обрће, док његово вратило мирује или се обрће различитим бројем обртаја. Померањем прстена за укључивање (2), помера се прстен за синхронизацију (4), који има закошену унутрашњу површину под истим углом као и обртни зупчаник (5). Додиривањем прстена за синхронизацију и дела обртног зупчаника који има назубљени венац, ствара се трење због чега се брзине ова два елемента изједначавају, односно синхронизују, слика 2.25б. Да би трење и загревање елемената у додиру било што мање, а самим тим и хабање, прстен за синхронизацију (4) израђује се од антифрикционог материјала, који има добре клизне особине. Изједначавањем брзина, без великог отпора спољашњи прстен за укључивање (2) прелази преко синхрон прстена (4) и назубљеног венца на обртном зупчанику (5), чиме се ствара чврста веза између вратила (1) и зупчаника (5), посредством синхрон спојнице, слика 2.25ц.



Слика 2.25. Укључење зупчасте спојнице са прстеном за синхронизацију – синхрон спојница: а) спојница искључена; б) синхронизација брзина; ц) синхрон спојница укључена: 1. вратило зупчаника; 2. спољашњи прстен за укључивање; 3. унутрашњи прстен; 4. прстен за синхронизацију – синхрон; 5. зупчаник, Wenner et al. (1980)

Ради лакшег укључивања синхрон прстен, слика 2.26, (4) има жлебове у које долазе плочице (6). Плочице су уже од жлебова. При померању, прстен за укључивање гура плочице (6) у жлебове синхрон прстена (4), које потискује према закошеној површини обртног зупчаника (7). Ако при преласку прстена за укључење (2), назубљени венци на синхрон прстену и зупчанику (5) нису поравнати, синхрон прстен (4) се помера у страну како би се олакшало узубљивање и прелазак прстена за укључивање преко синхрон прстена и обртног зупчаника.



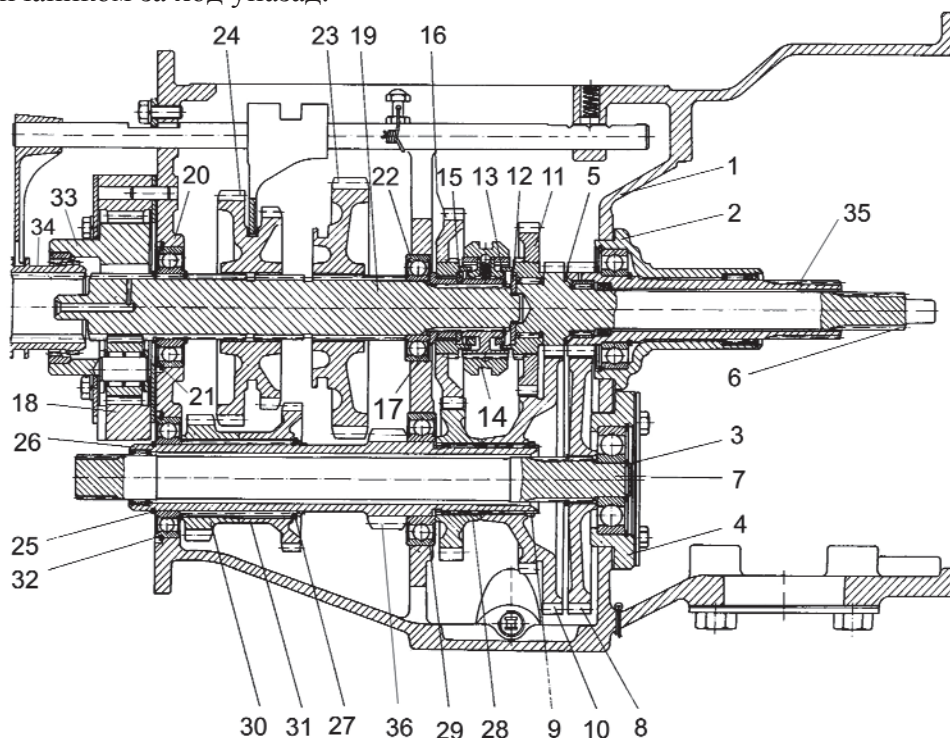
Слика 2.26. Синхрон спојница: 1. вратило; 2. прстен за укључивање; 3. унутрашњи прстен синхрон спојнице; 4. прстен за синхронизацију; 5. зупчаник са слободним обртањем; 6. плочица; 7. закочена површина код назубљеног венца зупчаника

Мењач трактора ИМТ 549, слика 2.27, је десетобрзински са 10 степени преноса за кретање унапред и два за кретање уназад. Три нижа степена преноса и ход уназад су са померљивим зупчаницима, док су два виша синхронизована, односно имају стално спрегнуте зупчанике. На горњем делу мењачке кутије налазе се две ручице, које се разликују по величини и њихово осигурање изведено је у првој прегради. Већа ручица служи за промену степена преноса у мењачу, а мања за укључивање редуктора, тј. за промену брзог и спорог хода. На тај начин добија се 10 степени за кретање унапред и два за кретање уназад. Кућиште мењача (1) представља носећу конструкцију и повезано је са картером и блоком мотора и ливено је са три преграде. Прва преграда прелази у кућиште спојнице, које је повезано са мотором. Између прве и друге преграде смештени су зупчаници за погон посредног вратила мењача (10), зупчаници за погон трансмисије (8), (9) и (28) и зупчаници два виша степена преноса (11) и (15).

Примарни фрикциони диск двостепене спојнице гони (пуно) улазно вратило главног погона (6), које опет погони стално узубљени зупчаник (10), ужлебљен на шупље посредно вратило (26). Секундарни фрикциони диск спојнице погони улазно шупље вратило прикључног вратила (35) (улазно вратило главног погона обрће се унутар овог шупљег вратила), које опет, погони стално узубљени зупчаник прикључног вратила (8), ужлебљен на предње прикључно вратило (7). Предње вратило прикључног вратила (7) обрће се унутар шупљег посредног вратила (26) и преноси погон путем вратила хидрауличне пумпе на задње прикључно вратило.

Прва три степена преноса (1, 2, и 3. степен) добијају се померањем зупчаника (23) и (24) по главном вратилу мењача и њиховим спрезањем са зупчаницима (30), (31) и

(36) на шупљем посредном вратилу (26). Зупчаник (23) може и да се узуби са међузупчаником за ход уназад.



Слика 2.27. Мењачки преносник на трактору ИМТ 549:

- | | |
|--|--|
| 1. кућиште мењача; | 19. главно вратило; |
| 2. држач главног (улазног) погона; | 20. лежај; |
| 3. спољашњи ускочник; | 21. спољашњи ускочник; |
| 4. кућиште лежаја предњег вратила прикључног вратила; | 22. лежај; |
| 5. зазорна подлошка; | 23. зупчаник главног вратила 1./Р. с. п; |
| 6. улазно (пуно) вратило; | 24. зупчаник главног вратила 2./3. с. п. |
| 7. предње вратило прикључног вратила; | 25. спољашњи ускочник; |
| 8. стално спрегнути зупчаник предњег вратила прикључног вратила; | 26. посредно вратило (шупље); |
| 9. спољашњи ускочник; | 27. спољашњи ускочник; |
| 10. стално спрегнути блок-зупчаник посредног вратила; | 28. стално спрегнути зупчаник посредног вратила 4. с. п.а; |
| 11. стално спрегнути зупчаник 5. с. п. | 29. лежај; |
| 12. потисна подлошка; | 30. зупчаник посредног вратила 2. с. п; |
| 13. спољашњи ускочник; | 31. зупчаник посредног вратила 3. с. п; |
| 14. синхрон спојница; | 32. лежај; |
| 15. потисна подлошка; | 33. склоп носача планета редуктора; |
| 16. стално спрегнути зупчаник 4. с. п; | 34. ожлебљена чаура трансмисије за погон точкова; |
| 17. чаура; | 35. шупље вратило за погон прикључног вратила. |
| 18. прстенасти зупчаник планетарног редуктора | 36. зупчаник посредног вратила 1. с. п; |

Уградњом синхрон спојнице омогућена је синхрона промена два степена преноса, односно синхрона промена 4, 5, 9 и 10. степена преноса. Синхрон спојница постављена је на предњем крају главног вратила и служи за укључивање 4. и 5. степена преноса. Померањем клизне синхрон спојнице уназад спаја се зупчаник 4. степена преноса (16) са главним вратилом (19), а њеним померањем унапред спаја се зупчаник 5. степена преноса (11) са главним вратилом (19). У првом случају ток снаге иде од зупчаника главног улазног (пуног) вратила (6) на са њим стално спрегнути блок-зупчаник посредног вратила (10), затим ожлебљењем иде на стално спрегнути зупчаник посредног вратила (28), па даље на зупчаник главног вратила (16) (који се слободно обрће око главног вратила) и с њега преко синхронспојнице снага се преноси на главно вратило. У другом случају ток снаге је следећи: са зупчаника главног улазног вратила (6) иде на блок-зупчаник (10), даље на зупчаник (11) (који се слободно обрће на главном улазном вратилу) и са њега путем синхрон спојнице на главно вратило.

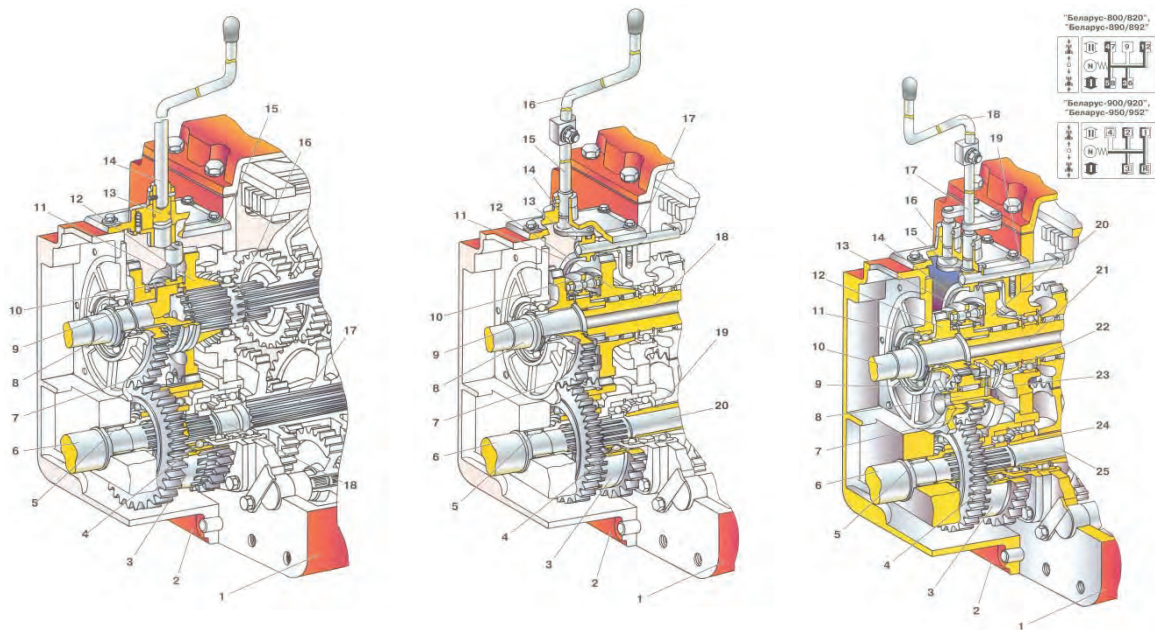
Планетарни редуктор постављен је на излазни крај погонског вратила мењача. Склоп носача сателита обрће се унутар назубљеног (прстенастог) венца (18), који је завртњевима везан за кућиште мењача. Када је редуктор искључен (командна ручица у вишем положају – брзи ход), трансмисија за погон точкова (34) је тада директно прикључена за главно вратило мењача (19). Када је пак, редуктор искључен (командна ручица у нижем положају – спори ход) трансмисија за погон точкова (34) је прикључена за склоп носача планета (33) и погон иде преко зупчаника планета. Осим ова два положаја, ручица редуктора има и неутралан положај, који се користи приликом стартовања мотора трактора, при чему тај положај има безбедносну улогу, јер се тек постављањем ручице у наведени положај затвара струјно коло за стартовање мотора.

Код трактора МТЗ редуктор за смањење или повећање броја обртаја са померљивом спојницом поставља се између квачила и мењача. Редуктор за смањење смањује број обртаја улазног вратила мењача за 1,32 пута, док редуктор за повећање повећава обртање вратила за 1,36 пута. Пребацивање режима редуктора обавља се помоћу ожлебљене померљиве спојнице, али при искљученој спојници (притиснута педала квачила), слика 2.28а. Овај редуктор за смањење се налази на трактору 800/820, а редуктор за повећање на тракторима 890/892.

Редуктор са синхрон спојницом обезбеђује безударно одабирање режима рада помоћу синхрон спојнице, слика 2.28б, поставља се на тракторима 900/920. Редуктор за смањење смањује обртање главног вратила мењача за 1,32 пута, а повећавајући редуктор повећава за 1,36 пута. Укључење редуктора се обавља при искљученом квачилу.

Синхрони реверзибилни редуктор се налази између квачила и мењача и обезбеђује брзу измену смера кретања трактора, из предњег у задњи ход и обратно у свим степенима преноса, што дозвољава рад трактору у режиму "чунак" (чункасти рад у пољу), слика 2.28с. Реверзибилни редуктор може бити израђен са преносним односом 1,07 или 1,88. По захтеву купца може бити уграђен на тракторима 800/802, 900/920 и 950/952.

Мењач на тракторима МТЗ 800/820 и 890/892 је са померљивим зупчаницима који са редуктором обезбеђује 18 степени преноса за кретање у напред и четири за кретање уназад, слика 2.29. Први степен редуктора обезбеђује 1, 3, 4 и 5 брзину за кретање унапред и 1 брзину за кретање уназад. Други степен (положај) обезбеђује 2, 6, 7 и 8 пренос за унапред и два за уназад. При директном спајању главног улазног с излазним укључује се 9 степен преноса.

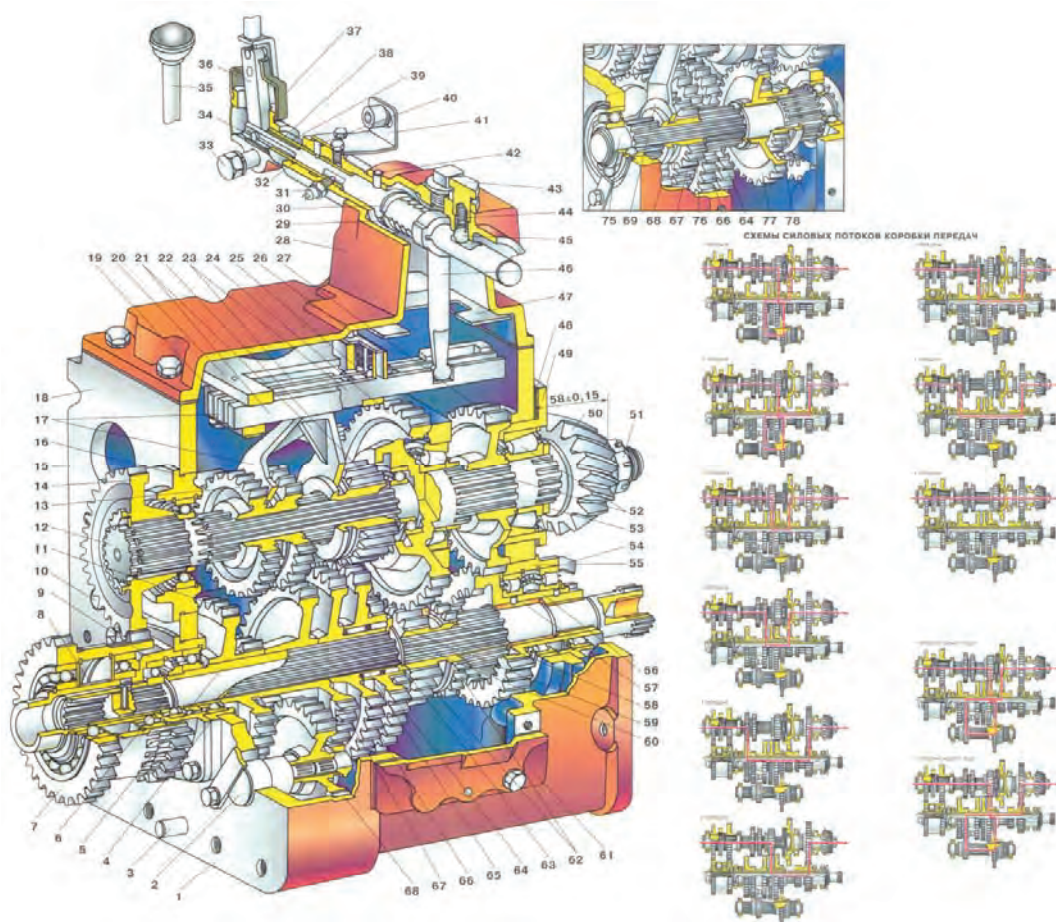


а)

б)

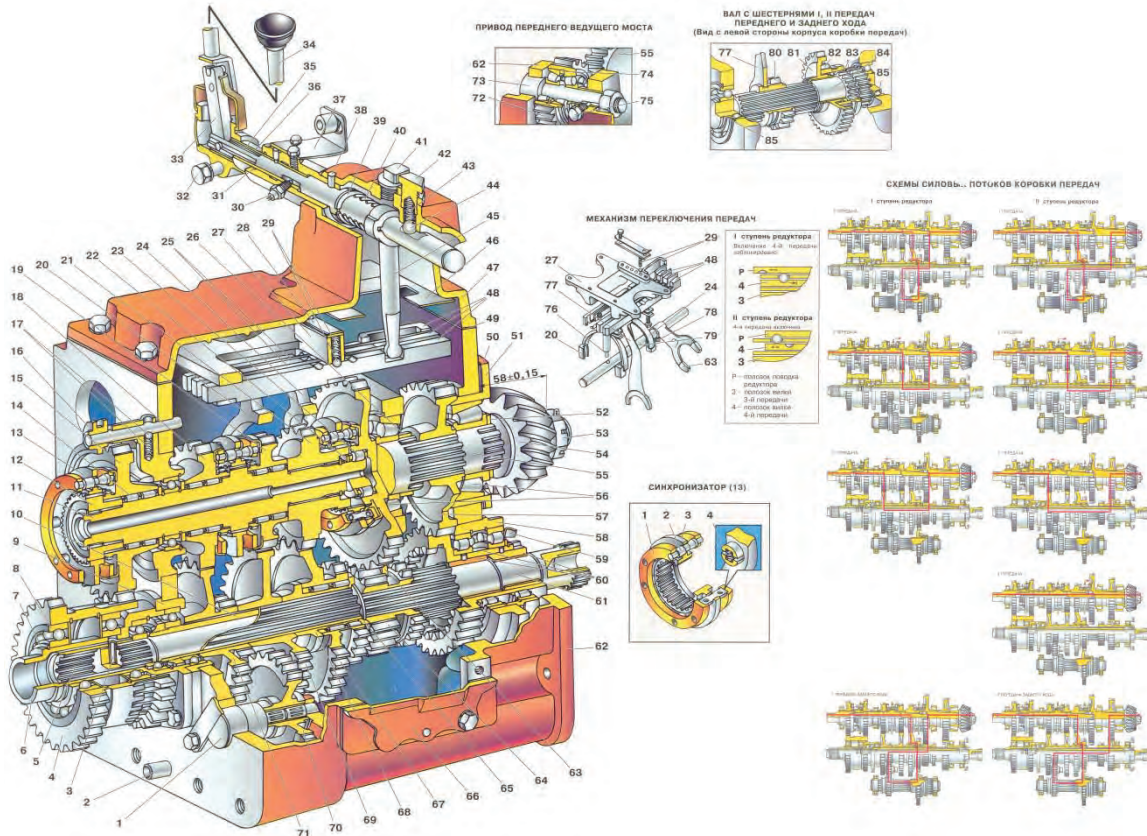
в)

Слика 2.28. Редуктори на тракторима а) МТЗ 800/820 и 890/892, б), 900/920 и 950/952, в) редуктор са реверсером на тракторима МТЗ 800/820, 890/892, 900/920 и 950/952



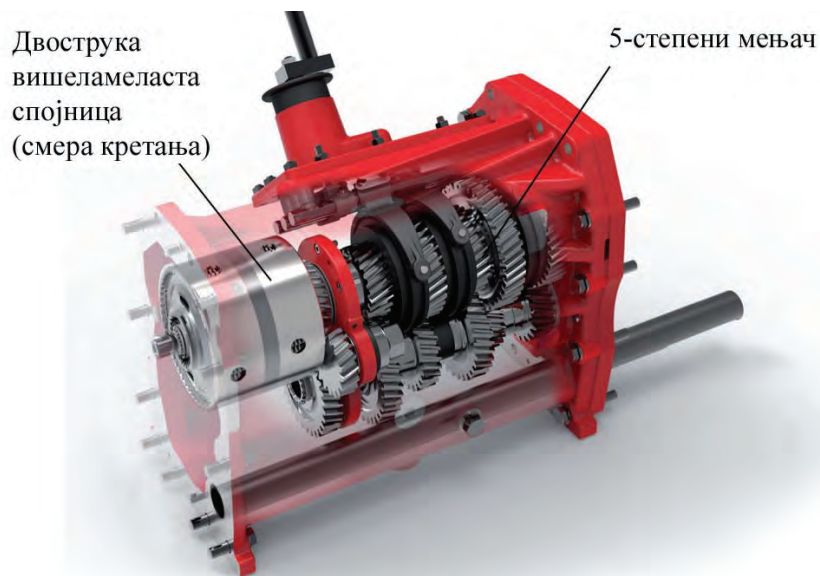
Слика 2.29. Мењачки прносник на тракторима МТЗ 800/820 и 890/892

На тракторима MTZ 900/920 и 950/952 мењач је механички синхронизован са двостепеним редуктором са 7 степени преноса унапред и 2 степена преноса уназад, слика 2.30. Први степен редуктора омогућава 1, 2 и 3 степен преноса за кретање унапред и један степен за уназад. Други степен обезбеђује 1, 2, 3, и 4 степен преноса за унапред и два за уназад, тако да се обезбеђује 14 степени преноса за унапред и четири за уназад. Редуктор се укључује за било који степен преноса. Синхрон спојница омогућава безударно укључење степена преноса на рачун претходног уједначавања ободних брзина спрегнутих зупчаника.



Слика 2.30. Синхрони мењач на тракторима MTZ 900/920 и 950/952

На слици 2.31. приказан је механички мењач са стално спрегнутим зупчаницима, који се уграђује у тракторе „зетор фортера“ и „кристал“. Поред мењачког преносника постављен је и реверзор за промену смера кретања трактора.



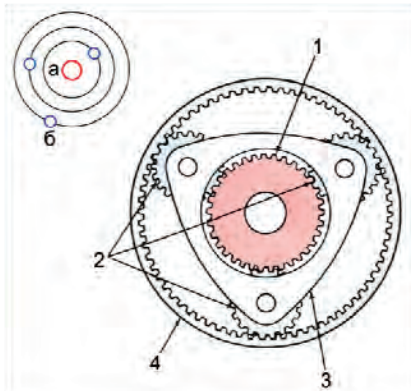
На слици 2.31. Механички мењач са стално спрегнутим зупчаницима трактора „зетор фортера“ и „кристал“

2.3.2. Мењачки преносници без прекида тока снаге укључивањем под оптерећењем – „паур шифт“ (*Power Shift*)

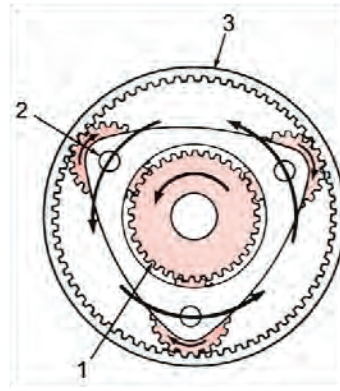
Први преносници снаге код ове групе мењача били су планетарни преносници, слика 2.32 и 2.33, код којих се кочењем једног добијао поједини степен преноса и обављао пренос снаге. Планетарни преносник састоји се од средишњег зупчаника - сунца, планета са њиховим носачем и назубљеног венца. У поређењу са мењачким преносницима са непокретним осама вратила, планетарни преносници имају следеће предности:

- већи коефицијент корисног дејства,
- при истим пречницима зупчаника остварује се већи преносни однос,
- вратило и лежајеви сунчаних зупчаника, као и носача сателита нису оптерећени радијалним силама,
- оптерећење се расподељује на више зубаца зупчаника (јер увек постоји најмање три сателита),
- промена преносног односа помоћу спојница и кочница омогућава да се ова промена обави без прекида тока снаге и
- мања је бучност и дужи век трајања.

Са друге стране, ови мењачи су сложеније конструкције, скупљи су и захтевају прецизнију и компликованију технологију производње, као и већу прецизност при монтажи.

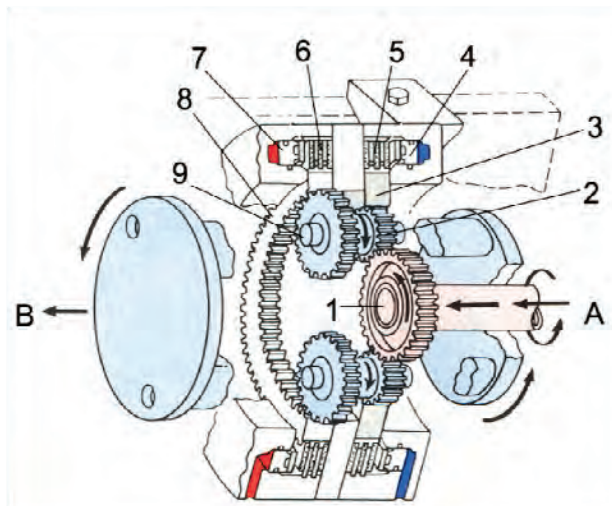


Слика 2.32. Планетарни преносник, а) сунце, б) планета: 1. зупчаник сунце; 2. зупчаници планете; 3. носач планетарних зупчаника, 4. назубљени венац, Anonim FOS (1996)



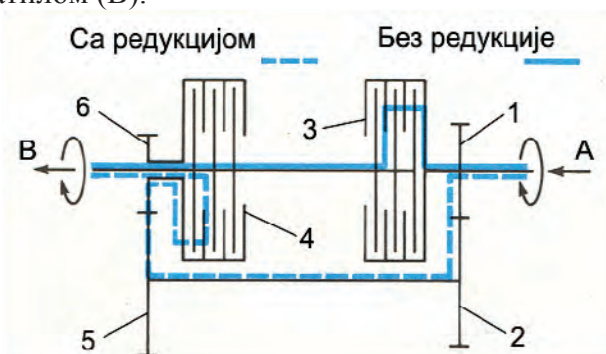
Слика 2.33. Шема рада планетарног преносника: 1. зупчаник сунце; 2. зупчаник планета са носачем; 3. назубљени венац, Anonim FOS (1996)

На слици 2.34 приказан је мењач са два планетарна сета. Овакав мењач има четири степена преноса. На назубљеним венцима првог и другог планетарног сета (3) и (8) налазе се вишеламеласте кочнице (5) и (6). Кочење се обавља тако што назубљени венци планетарних преносника по свом спољњем ободу имају чврсто спојене фрикционе ламеле (дискове) између које улази сет фрикционих ламела, чврсто спојених са кућиштем мењача. На ове ламеле делују клипови (4) и (7) потискивани притиском уља тако да коче назубљене венце. Успоравањем назубљеног венца (3) или (8) убрзава се носач планетарног зупчаника (9) и добија се степен преноса без заустављања трактора, који може да се укључи при различитом броју обртаја коленастог вратила мотора. Један степен преноса добија се када се закочи назубљени венац (8), други када се закочи назубљени венац (2), трећи када су оба назубљена венца закочена (2) и (8), а четврти када су оба назубљена венца слободна. Комбинацијом више таквих планетарних преносника у линији, добија се мењач без прекида тока снаге. На тај начин побољшани су услови рада трактористе због једноставног и удобног руковања, а самим тим увећана је економичност и продуктивност тракторског агрегата. Међутим, мењач има извесне недостатке јер има више делова, па је скупљи од синхроних мењача, а и одржавање је скупље и сложеније. Један део снаге губи се и на погон пумпе која потискује уље ка кочницама. Уље, осим управљачке улоге, има задатак да подмазује и хлади све компоненте мењача, што захтева већу количину уља у мењачкој кутији. Данас сви познатији светски произвођачи трактора своје тракторе опремају мењачима без прекида тока снаге. Разлози за увођење ове групе мењача су потреба да се у појединим агротехничким операцијама, нпр. у орању, степени преноса мењају без прекида тока снаге. Таква промена степена преноса је потребна, због променљивог карактера отпора земљишта. Неки од њих имају мењаче код којих се само одређени степени преноса укључују под оптерећењем у оквиру појединих група, док други имају потпуне „паур шифт“ мењаче, с тим да су то новије конструкције које се разликују од првих „паур шифт“ мењача.



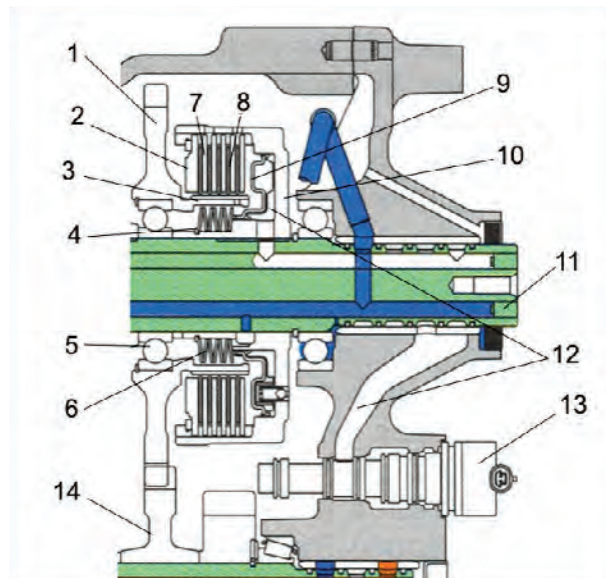
Слика 2.34. Мењач са планетарним зупчаницима: 1. улазно вратило са зупчаником сунце; 2. зупчаник планета првог планетарног сета; 3. назубљени венац првог планетарног сета; 4. клип вишеламеласте кочнице назубљеног венца првог сета; 5. вишеламеласта кочница назубљеног венца првог сета; 6. вишеламеласта кочница назубљеног венца другог сета; 7. клип вишеламеласте кочнице назубљеног венца другог сета; 8. назубљени венац другог планетарног сета; 9. зупчаник планета другог планетарног сета, Anonim FOS (1996)

За разлику од старијих мењача, где су се сви планетарни преносници налазили у једној линији, нови мењачи имају вишеламеласте спојнице, које су спојене чеоним зупчаницима и равним зупцима. На слици 2.35 приказан је принцип рада мењачког преносника са ламеластим спојницама и цилиндричним зупчаницима. Пуном линијом приказан је пренос снаге и обртног момента без редукције броја обртаја, а испрекиданом линијом са редукцијом броја обртаја. При преносу снаге без редукције броја обртаја укључена је ламеласта спојница (3) на улазном зупчанику (1), тако да су вратила (A) и (B) директно спојени, односно снага се директно предаје са вратила (A) на вратило (B). При редукцији броја обртаја искључена је ламеласта спојница (3), а укључена ламеласта спојница (4) на излазном зупчанику (6), тако да се снага с улазног вратила (A) и зупчаника (1) предаје зупчанику (2). Зупчаници (2) и (5) налазе се на истом помоћном вратилу, тако да се снага даље са зупчаика (5) преноси на зупчаник (6), који је у вези са ламеластом спојницом (4), а она са излазним вратилом (B).

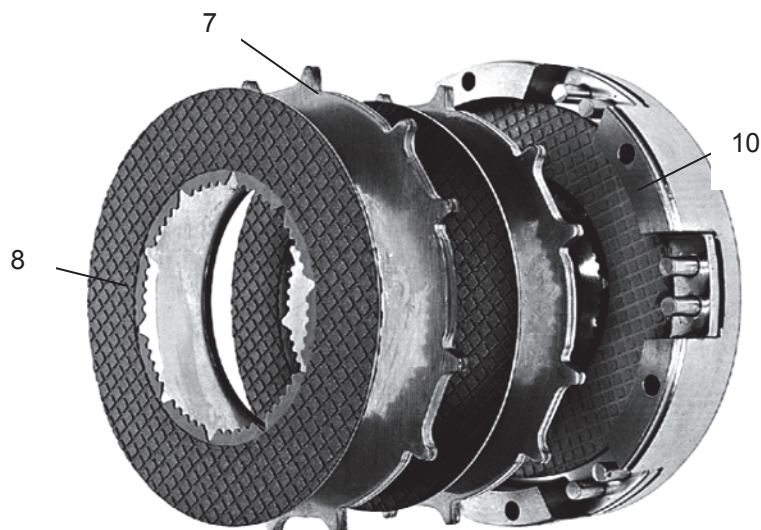


Слика 2.35. Мењачки преносник са ламеластим спојницама: 1. зупчаник на улазном вратилу A; 2. гоњени зупчаник на помоћном вратилу; 3. ламеласта спојница на улазном зупчанику; 4. ламеласта спојница на излазном зупчанику; 5. зупчаник на помоћном вратилу; 6. зупчаник на излазној спојници; B. излазно вратило, Wenner et al. (1980)

Код ових мењачких преносника управљање се обавља на основу електричних сигнала који се са мале ручице, постављене на покретној конзоли седишта возача, шаљу на соленоидне вентиле, док се код старијих генерација, померањем ручице за избор степена преноса директно закретао разводни вентил, који је слао уље у поједине кочнице планетарних парова. С обзиром на то да је управљање на основу електричних сигнала, трактор поседује и електронску контролну јединицу за управљање трансмисијом (ECU). Промена степена преноса обавља се померањем мале ручице постављене на покретној конзоли седишта, при чему се шаље сигнал одређеном соленоидном вентилу за активирање спојнице. На сликама 2.36 и 2.37 приказана је вишеламеласта спојница потопљена у уљу код трактора „дон дир“ серије 8020. Зупчаник (1) слободно се обрће око његовог вратила (11) пошто се између зупчаника и вратила налази лежај (4). Обртни зупчаник (1) узубљен је са гоњеним зупчаником (14). Обртни зупчаник се продужава у виду унутрашњег добоша ламеласте спојнице (3), који је ожлебљен са фрикционим ламеллама (дискovima) (8). Спољашњи диск ламеласте спојнице (10) ужлебљен је са вратилом (11) и носи металне ламеле (7). Са десне стране ламела, а унутар спољашњег добоша постављен је прстенасти клип (9), који доњим делом додирује тањирасте опруге (6). Када се ручицом мењача одабере степен преноса који се односи на посматрани зупчаник (1), електронска управљачка јединица (ECU) пошаље управљачки сигнал соленоидном вентилу (13), који пропушта уље кроз канал (12). Преко канала (12) уље се доводи са десне стране прстенастог клипа (9) који гура ламеле на ослони прстен (2) и притиска их, због чега се трењем остварује чврста веза између фрикционих (8) и металних дискова (7), односно између обртног зупчаника (1) и погонског вратила (11). Прстенасти клип својим померањем притиска и сабија тањирасте опруге (6), чија је улога да приликом искључења степена преноса и пада притиска уља враћа прстенасти клип у почетни положај. Померање клипа је модулисано да би се омогућило меко укључење спојнице, без удара.



Слика 2.36. Склоп вишеламеласте спојнице: 1. погонски обртни зупчаник; 2. ослони прстен; 3. унутрашњи добош; 4. осигурач тањирастих опруга; 5. лежај; 6. тањирасте опруге; 7. метални диск спољашњег добоша; 8. фрикциони диск унутрашњег добоша; 9. прстенасти клип; 10. спољашњи прстен; 11. погонско вратило; 12. канал за уље; 13. електромагнетни вентил – соленоид; 14. гоњени зупчаник



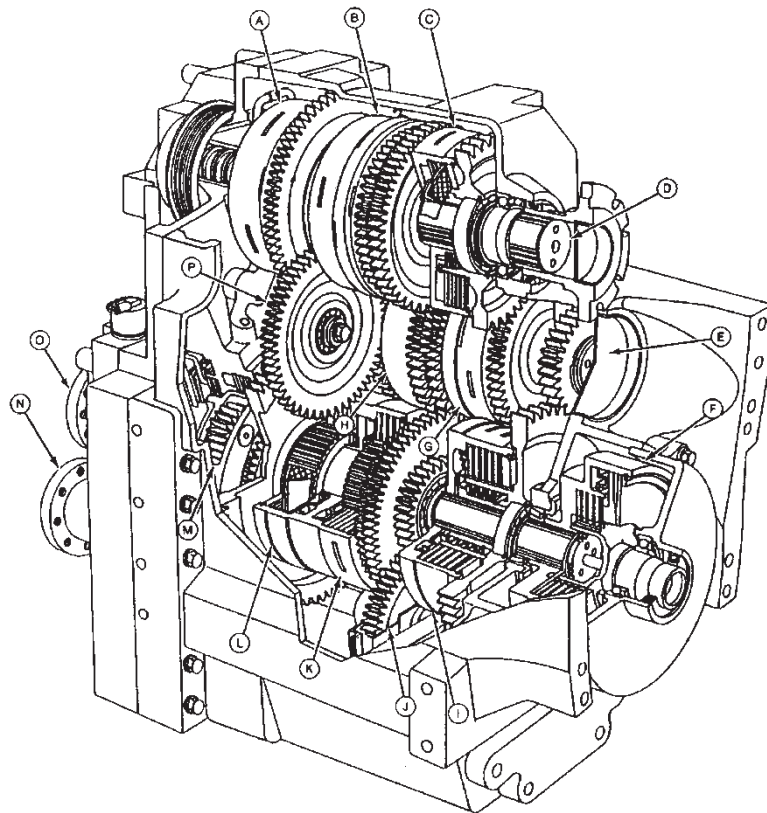
Слика. 2.37. Вишеламеласта спојница код трактора „дон дир“, серије 8020: 7. метална ламела (диск); 8. фриксиона ламела (диск); 10. спољашњи добош

Својим новим генерацијама трактора 50 kN, серија 8000, 8010 и 8020 компанија „Дон Дир“ елиминисала је недостатке ранијих својих пау шифт мењача. Трактори серије 8000 имају потпуну пау шифт трансмисију код које се сви степени преноса укључују под оптерећењем, без прекида тока снаге. За разлику од осталих мењача где су се сви планетарни преносници налазили у једној линији, нов мењач има више вратила са чеоним зупчаницима и равним зубима. Такође, код нове трансмисије управљање се обавља на основу електричних сигнала који се са мале ручице постављене на покретној конзоли седишта возача, шаљу на соленоидне вентиле, док се код мењача старијих генерација, померањем ручице за избор степена преноса директно закретао разводни вентил, који је слао уље у поједине кочнице планетарних парова. Мењачи су имали више хидрауличних кочница него квачила, док пау шифт трансмисија на овим серијама има само једну кочницу.

Паур шифт трансмисија је подељена на улазну и излазну секцију. Улазна секција садржи различита вратила за кретање унапред и уназад, постављених на улазно и помоћно вратило (С3, С1, С4, С2 и СР). Излазна секција садржи квачила и кочнице на излазном вратилу (ВС, DC, СС, АВ и РВ). Број степени преноса је 16 за ход унапред и 5 за ход уназад. На другом крају излазног вратила налази се квачило механичког погона предњег моста (MFWD), а испод њега вратило за погон прикључног вратила.

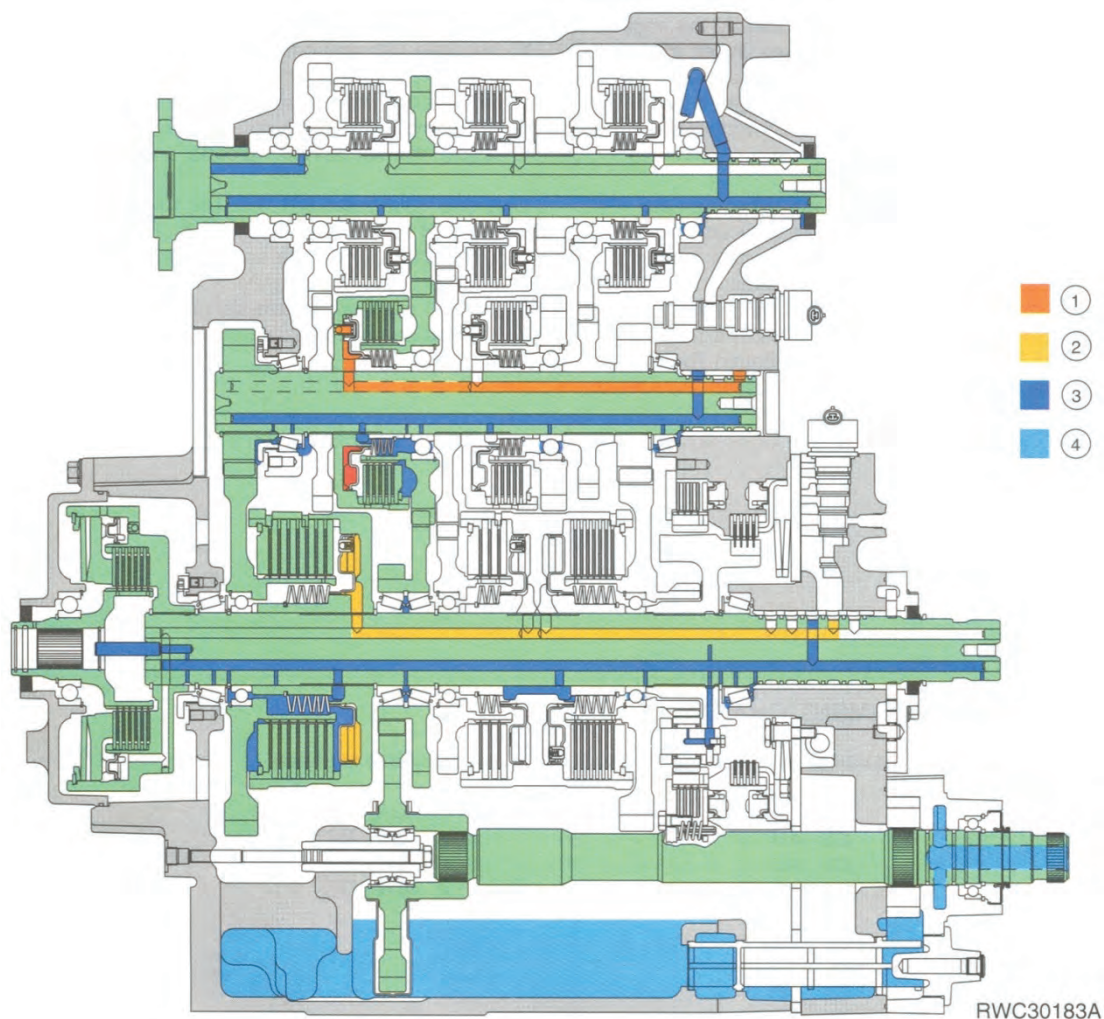
Улазно вратило мењача погони се директно од мотора и има исти број обртаја, као и мотор. Када је било које квачило на улазном вратилу укључено, главчина квачила погонског зупчаника почиње да се окреће. С обзиром на то да су погонски зупчаници узубљени са зупчаницима на помоћном вратилу и помоћно вратило је принуђено да се обрће. Квачила С2 и СР налазе се на помоћном вратилу. Помоћно вратило ротира у смеру за кретање унапред када је било које квачило, С1, С2, С3 или С4 укључено, или да она ротирају у супротном смеру, а да је квачило СР укључено. Квачило СР прима снагу преко улазног вратила и зупчаника за ход уназад (лењивца). Свако квачило (С1, С2, С3 и С4) може бити укључено са било којим од три излазна квачила или А - кочницом (СВ, ВС, СС или DC) да би се добило 16 брзина за кретање унапред. Квачило за ход уназад (СР) може бити укључено са било којим од три излазна квачила или А - кочницом да би се постигле

четири брзине за кретање назад док се само променом броја обртаја добија и пети степен преноса. Само једно улазно квачило може бити укључено, што такође важи за излазна квачила и кочницу. Излазно вратило ће остати стационарно, док се једно улазно и једно излазно квачило или кочница не укључи.



Слика 2.38. Паур шифт мењач трактора „дон дир“ 8000, 8010 и 8020

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| A. Квачило С4 | I. Квачило ВС |
| B. Квачило С1 | J. Помоћни погонски зупчаник |
| C. Квачило С3 | K. Квачило DC |
| D. Улазно вратило од мотора | L. Квачило СС |
| E. Помоћно вратило | M. Кочница АВ |
| F. Квачило за погон предњег моста | N. Помоћно погонско вратило |
| G. Квачило С2 | O. Излазно вратило |
| H. Квачило CR | P. Зупчаник за ход уназад |

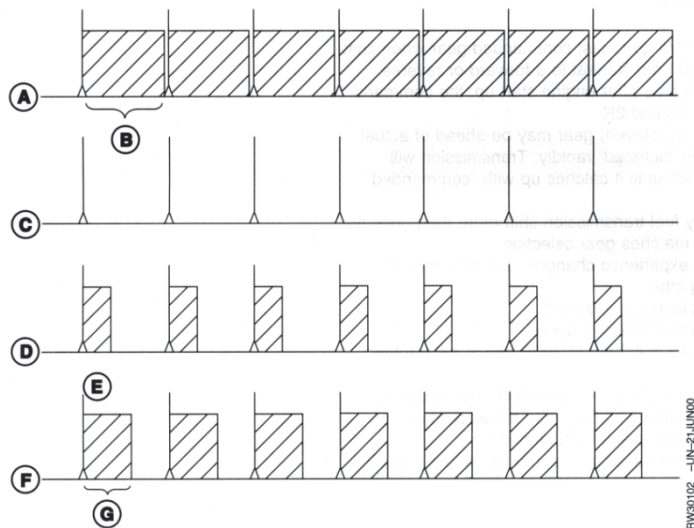


Слика 2.39. Паур шифт мењач трактора „дон дир“ 8000, 8010 и 8020

Промена степена преноса обавља се померањем мале ручице постављене на покретној конзоли седишта, при чему се шаље сигнал одређеном соленоидном вентилу за активирање спојнице. С обзиром на то да је управљање на основу електричних сигнала, трактор између осталих, поседује електронску контролну јединицу за управљање трансмисијом, PCU. При стартовању мотора и померањем ручице за избор степена преноса у положај за кретање унапред, електронска контролна јединица одабира седми степен преноса. Међутим, тракториста може слободно да изабере било који степен преноса. Уколико изабере степен, који је по редоследу удаљен од седмог, електронско-контролна јединица неће дозволити трактору да крене изабраним степеном, него ће сама покренути трактор са неким нижим степеном, а затим постепено повећавати степене, док тракториста не достигне изабрани степен преноса. На тај начин избегнута су преоптерећења свих делова трансмисије и мотора. Ова функција постављена је унутар електронско-контролне јединице (PCU).

Модулација ширине пулса (Pulse Width Modulation) обезбеђује тачну контролу електрохидрауличне модулације соленоидних вентила на трансмисији. За укључење спојнице електрични импулс се шаље од PCU ка соленоидним вентилима на одговарајућој фреквенцији (C). Постојећа струја се у стварности не прекида и успоставља између сваког сегмента. Уместо тога ширина пулса регулише највећи и средњи ток струје. Електрична енергија се искључује (прекида) OFF и укључује

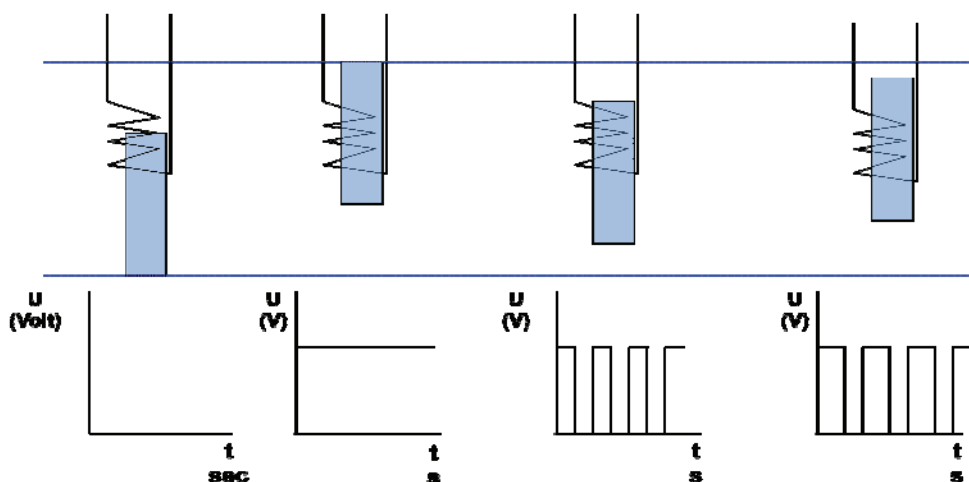
(тече) ON између сваког сегмента. Процент укљученог времена ON може да варира да би се контролисао ток уља кроз вентил, дозвољавајући укључење спојница (погледати B, E и G). Степен укљученог времена ON тиме од времена циклуса, зове се команда извршења циклуса. Електронски контролисани вентили дозвољавају добру контролу, пуњење и пражњење уља из елемената, посебно оних који су међусобно повезани.



Слика 2.40. Приказ промене дужине импулса

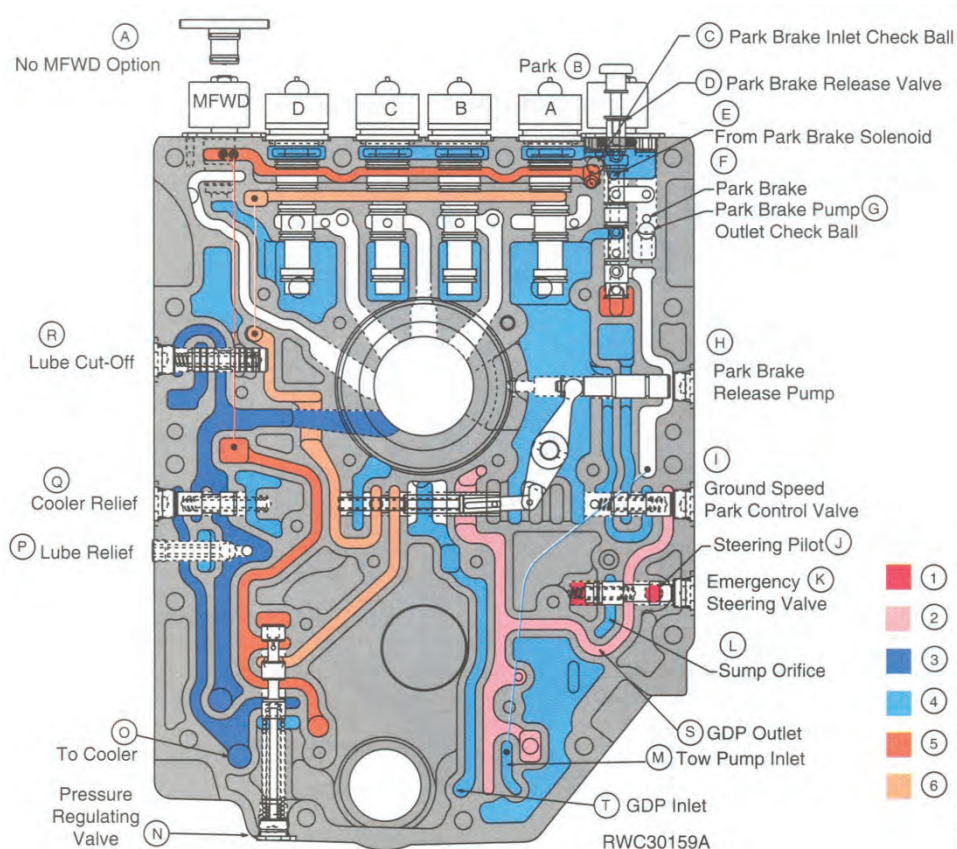
- A - Сигнал за пун притисак B - Ширина пулса при 100% C - Фреквенција пулсирања извршеног циклуса
 Д - Сигнал за низак притисак E - Ширина пулса при 36 % F - Сигнал за средњи притисак
 Г - Ширина пулса при 57% извршеног циклуса

На слици 2.41 приказана је зависности између напона и померања соленоидног вентила. Порастом струје у калему, пропорционално величини напона (V), помера се и вентил везан за соленоид.



Слика 2.41. Зависност између напона и померања вентила

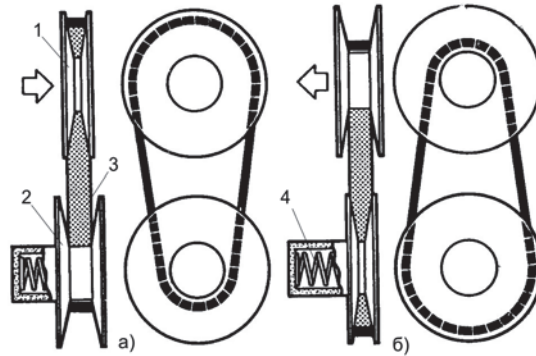
На слици 2.42 приказано је задње кућиште мењача трактора „дон дир“, серије 8000 са разводним вентилима и каналима.



Слика 2.42. Кућиште мењача трактора „дон дир“, серије 8000 са разводним вентилима и каналима

2.3.3. Мењачки преносници са континуалном променом степена преноса

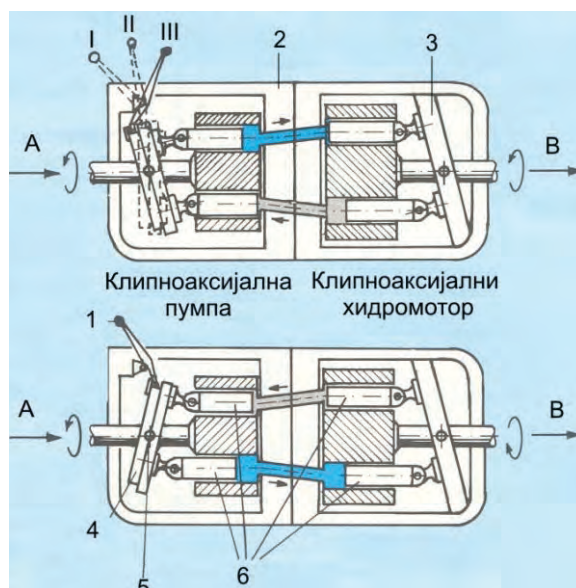
На слици 2.43 приказана је безстепенa трансмисија са ременом. Приказани континуални преносник чине погонска ременица (1), гоњена ременица (2) и ремен (3). Ременице имају способност да се њихове полутке приближавају и удаљавају. Преко неког командног уређаја, најчешће хидрауличког цилиндра, шире се и скупљају полутке погонске ременице, док се код гоњене полутке шире или приближавају аутоматски под дејством опруге (4). Скупљањем полутки на погонској ременици (1), слика 2.43а, ремен (3) се помера ка спољашњим ивицама и повећава се пречник по којем додирује полутке, док се на гоњеној ременици (2) полутке шире, због чега се континуално повећава број обртаја на гоњеној ременици и смањује обртни момент који се преноси. Обрнутим поступком, односно ширењем полутки на погонској ременици (1), слика 2.43б, ремен (3) упада између полутки и смањује се пречник по коме се ремен додирује са полуткама, док се на гоњеној ременици (2) полутке приближавају, због чега се смањује број обртаја на гоњеној ременици, а повећава обртни момент.



Слика 2.43. Безстепенa трансмисија са ременом; а) мултипликација броја обртаја; б) редукација броја обртаја: 1. погонска ременица; 2. гоњена ременица; 3. ремен; 4. опруга, Anonim CEMAGREF (1991)

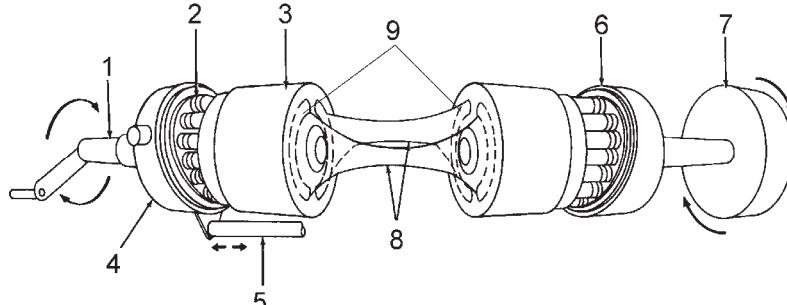
Хидростатичка трансмисија представља преноснике снаге са континуалном променом степена преноса. Њу чине следеће компоненте, слика 2.44: клипнооксијална пумпа са променљивим протоком, клипнооксијални хидромотор са сталним или променљивим протоком, командно регулациони уређај (1), инсталација (цеви, црева, резервоар...) и кућиште (2). Све те компоненте повезане у једну функционалну целину чине хидростатички систем преноса снаге. Клинпнооксијална пумпа састоји се од дискосне плоче (4), клипова (6) и кућишта (2). Клинпнооксијални мотор има исте делове као и клипнооксијална пумпа, при чему дискосна плоча (3) може да мења нагиб или да буде фиксна.

Принцип рада је следећи: хидропумпа обавља претварање механичке енергије, коју даје мотор трактора, у енергију притиска уља која се затим у хидромотору, до којег се уље под притиском транспортује, претвара опет у механички рад. Код хидростатике су брзине флуида релативно мале (5-8 m/s), а основна компонента енергије флуида је енергија притиска (притисак до 500 бара). Померањем дискосне плоче (4) код клипнооксијалне пумпе мења се количина уља коју она потискује, а самим тим и количина уља која се потискује ка хидромотору. Померање дискосне плоче обавља се помоћу командно регулационе ручице, која има три крајња положаја. Када је у положају I пумпа шаље максималну количину уља кроз горњи цевовод, а улазно (А) и излазно вратило (В) имају исти смер обртања и он одговара смеру кретања трактора унапред. У неутралном положају II пумпа не шаље уље ка хидромотору. У положају III клипнооксијална пумпа шаље уље ка клипнооксијалном мотору, али кроз доњи цевовод због чега хидромотор има супротан смер обртања, који одговара кретању трактора уназад. Између два крајња, положај ручице се континуално мења па се континуално мења и количина уља која се шаље ка хидромотору, због чега исти континуално мења број обртаја са којим се обрће, односно добија се континуална промена степена преноса.



Слика 2.44. Шема рада хидростатичког мењача; I – кретање уназад; II – неутрални положај; III – кретање унапред: 1. командно регулациона ручица; 2. кућиште; 3. дискосна плоча клипноаксијалног мотора; 4. дискосна плоча клипноаксијалне пумпе; 5. осовиница дискосне плоче; 6. Клипови, Wenner et al. (1980)

Да би уље могло да се усисава и потискује током обртања клипова, усисни и потисни канали се изводе у облику полумесеца (9) и на клипноаксијалној пумпи и на клипноаксијалном мотору, слика 2.45.



Слика 2.45. Шема рада хидростатичког мењача: 1. погон од мотора; 2. клипови; 3. кућиште; 4. дискосна плоча клипноаксијалне пумпе; 5. командно регулациона ручица; 6. дискосна плоча клипноаксијалног мотора; 7. гоњени точак; 8. цевоводи, Anonim FMO (1991)

Немачки произвођач трактора „фендт“ (FENDT) је на серији 900 уградио хидростатичку трансмисију, слика 2.46, 2.47 и 2.48. Хидростатичка трансмисија трактора „фендт“ је у суштини хидромеханичка, јер представља комбинацију хидростатичког и механичког дела трансмисије. Хидростатички део чини једна клипноаксијална пумпа (6) и клипноаксијални хидромотор (7) са закретањем њихових кућишта. Механички део трансмисије чини један сет планетарних зупчаника (2), који добија погон од мотора преко еластичне торзионе спојнице (1). Принцип рада је следећи: мотор погони носач планетарних зупчаника (5) и тај погон се преноси на назубљени венац – прстенести зупчаник (3) планетерног сета, потом се преко зупчастог пара погони хидромотор (6), чијим се закретањем мења проток уља до хидромотора (7), а самим тим се мења и број обртаја вратила хидромотора (8). При томе важе следећи односи:

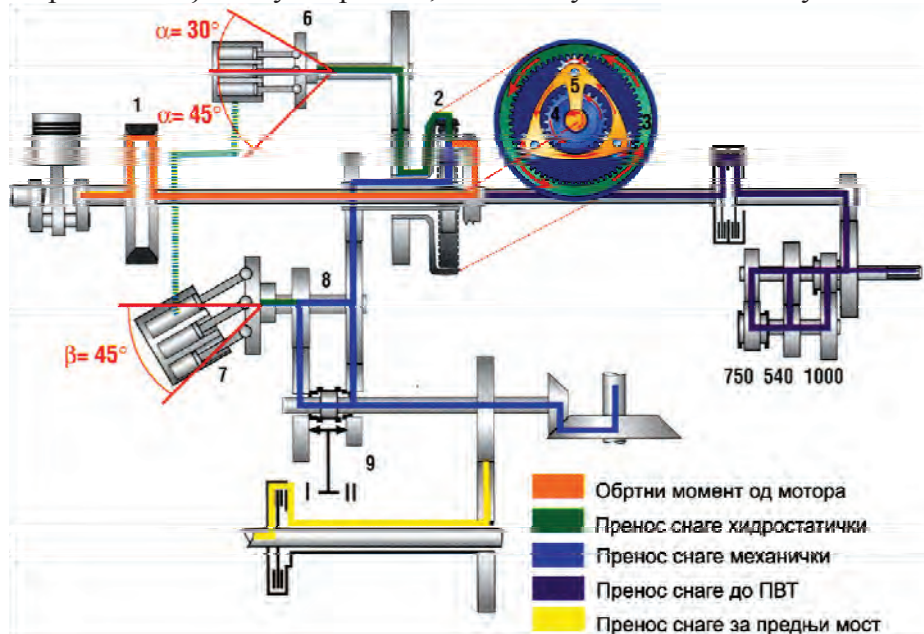
- уколико је хидропумпа до краја закрнута надоле (од хоризонтале према вертикали), а хидромотори су ближе хоризонталном положају, добијаће се већи број обртаја и
- уколико је хидропумпа ближе хоризонталном положају, а хидромотори закрнута до краја надоле, добијаће се мањи број обртаја.

Промена степена преноса је континуална у две области брзине:

- I област (до 32 km/h унапред и до 24 km/h уназад) – област радних брзина,
- II област (до 50 km/h унапред и до 38 km/h уназад) – област транспортних брзина.

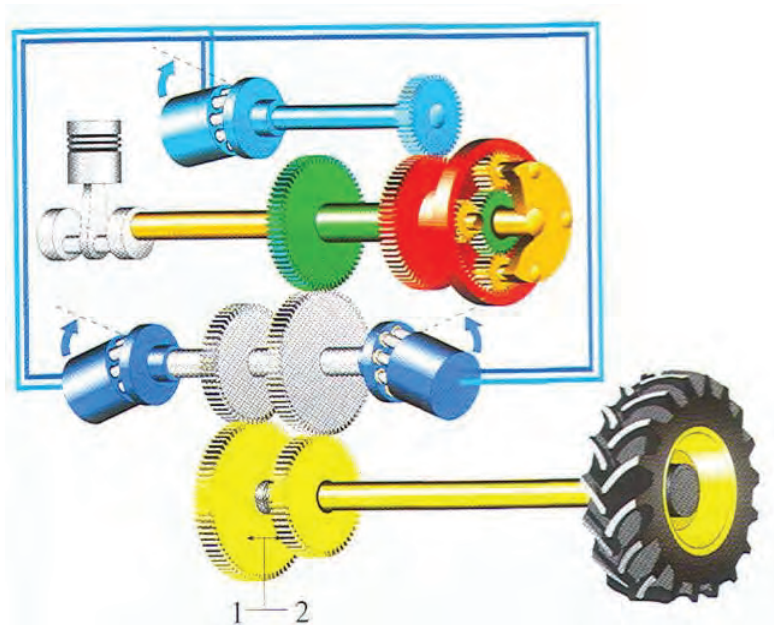
Избор области брзине кретања обавља се преко зупчате синхрон спојнице и њеним зубљивањем са одговарајућим зупчаником (9). Промена области брзина из I у II област може да се обавља у покрету, док промена из II у I област мора да се обавља у месту, односно трактор треба зауставити.

Приликом кретања унапред, хидропумпа се закреће надоле до 45° , а при кретању уназад нагоре за 30° . Због тога се добијају мање брзине при кретању уназад. Хидромотори се такође могу закретати, али искључиво надоле до угла од 45° .

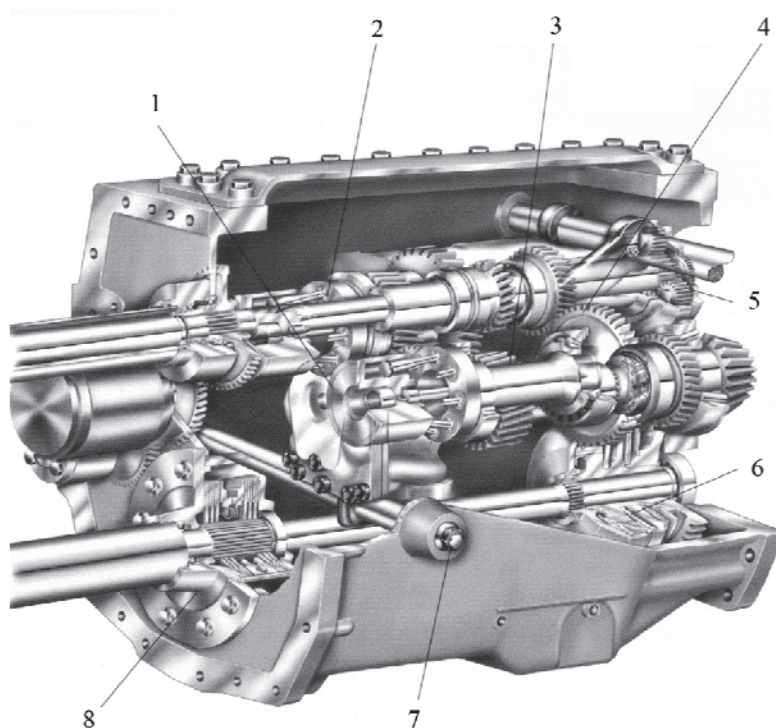


Слика 2.46. Шема хидростатичке трансмисије трактора „фендт“, серије 700:

1. еластична торзиона спојница; 2. сет планетарних зупчаника; 3. прстенасти зупчаник; 4. зупчаник сунце; 5. зупчаници планете; 6. клипнооксијална пумпа;
7. клипнооксијални мотор; 8. сабирно вратило клипнооксијалног мотора и механичке трансмисије; 9. избор области брзина



Слика 2.47. Шема хидростатичке трансмисије „фендт“, серије 700, Anonim Profi (2001)



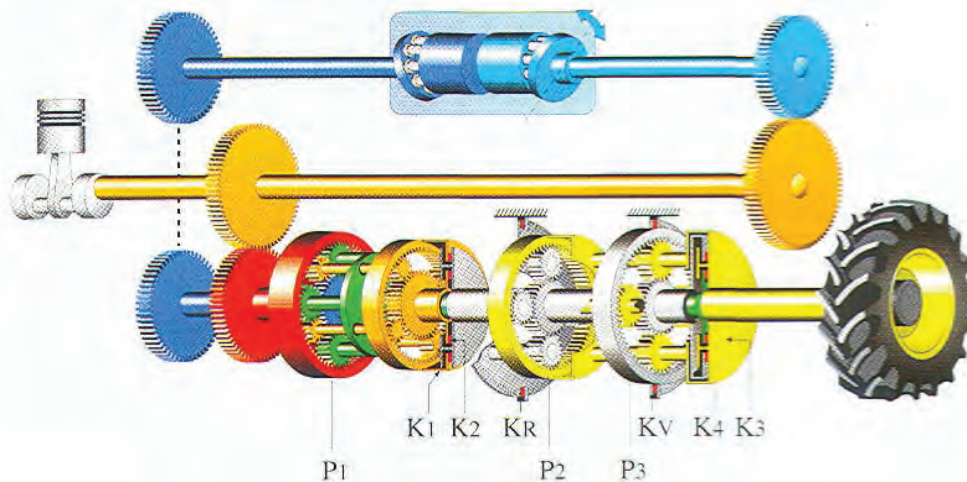
Слика 2.48. Хидростатичка трансмисија трактора „фендт“:

1. клипнооксијална пумпа; 2. клипнооксијални мотор; 3. сабирно вратило клипнооксијалног мотора и механичке трансмисије; 4. избор области брзина; 5. сет планетарних зупчаника; 6. спојница погона предњег моста; 7. еластични ослонац вратила; 8. кочница

Предности хидростатичке у односу на остале трансмисије су: елиминисано је мењање брзина што операције у пољу и на путу чини много лакшим. Трактор са континуално променљивом трансмисијом може мекше и осетљивије да одговори на промене оптерећења, него било који упоредиви трактор са механичком

трансмисијом. Практични успех се у великој мери односи на два следећа параметра: прво, све компоненте у погонској линији од мотора до точкова савршено су уклопљене; друго, електронска контрола рада мотора и мењачки контролни систем су повезани „оврдрајв“ (*overdrive*) системом, који при великим транспортним брзинама смањује број обртаја мотора, у области константне снаге мотора, а тиме се смањује потрошња горива и повећава степен искоришћења трансмисије. Код послова који траже чешће мењање брзина, као што су послови са пуно операција, континуално променљива трнсмисија, у односу на друге трансмисије, може да представља много бољи избор.

Хидростатичку трансмисију у своје тракторе уграђују и други произвођачи (Штајер, Кејс, Џон Дир, Дојц). На слици 2.49 приказана је хидростатичка трансмисија S-Matic, која се уграђује у тракторе „кејс“ и „штајер“. Код ове трансмисије хидростатичким путем максималано може да се пренесе 30% снаге, због чега механички део има четири степена преноса, која могу аутоматски да се мењају. Такође, код ове трансмисије закреће се само клипнооксијална пумпа до 21°, док се дискосна плоча клипнооксијалног хидромотора не закреће.



Слика 2.49. Шема рада хидростатичке трансмисије S-Matic, Anonim Profi (2001)

Недостатак хидростатичке у односу на остале трансмисије је њена висока цена. Исто тако, сама уградња континуалне трансмисије није циљ за себе, него и остале компоненте (пре свега, мотор) на трактору морају да одговарају оваквом режиму рада, који је аутоматски и флексибилан. Такође, захтева се посебно руковање и одржавање, као и специјално обучени и квалификовани мајстори за то. Ако трансмисија трактора ради у највишем рангу брзине, ефикасност хидростатичког елемента система значајно опада. Зато је важно тежити ка томе да се ради у средњем или нижем рангу брзине, да би се редуковали губици снаге. Што је мањи удео рада хидрауличког мотора (све до нивоа где он престаје да ради и снага се преноси механички), мањи ће бити губици снаге у мање ефикасној хидростатичкој секцији.

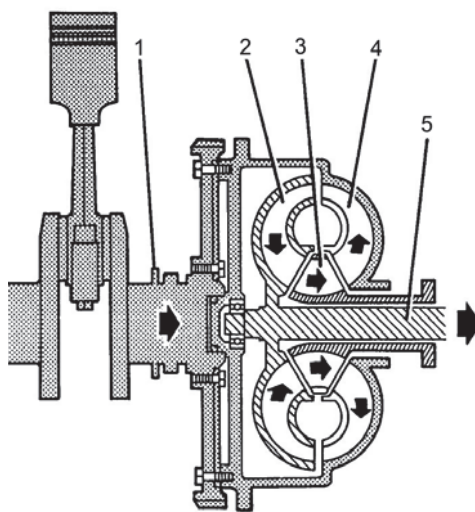
2.3.4. Хидродинамички мењачки преносници

Ако се при преносу снаге обртни момент на погонском и гоњеном вратилу не мења, онда се ради о хидродинамичкој спојници, а уколико се обавља промена обртног момента, онда је у питању хидродинамички мењач. Хидродинамички мењач састоји се из три основна дела: турбинског, пумпног и реакторског дела, слика 2.50.

Мотор покреће пумпно коло (4), док је турбинско коло (2) спојено на излазно вратило (5). Задатак реактора (3) је да мења брзину преласка уља са кола турбине (2) на коло пумпе (4), због чега се мења обртни момент који се преноси.

Лопатице сва три кола (пумпног, турбинског и реакторског) су хеликоидне. Код уобичајених конструкција хидродинамичких мењача лопатице су непокретне, док се код комплекснијих решења користе лопатице са променљивим положајем, што практично значи да облик, положај, улазни и излазни углови лопатица, имају битан утицај на карактеристике хидродинамичког мењача.

Осим приказане конструкције једноступених хидродинамичких мењача, слика 2.50, примењују се и вишеступени, са два или више турбинских и реакторских кола. Повећањем броја турбинских кола, повећава се степен трансформације (претварања), а повећањем броја реакторских кола повећава се степен корисности.



Слика 2.50. Шема хидродинамичког мењача: 1. улазно вратило мотора; 2. коло турбине; 3. реактор; 4. коло пумпе; 5. излазно вратило турбине, Anonim СЕМАГРЕФ (1991)

2.3.5. Комбиноване трансмисије

Данас сви познатији светски произвођачи трактора, своје тракторе већих снага, односно тежих категорија опремају мењачима без прекида тока снаге. Неки од њих имају мењаче код којих се само одређени степени преноса укључују под оптерећењем у оквиру појединих група, док други имају потпуне паур шифт мењаче, с тим да су то новије конструкције који се разликују од првих паур шифт мењача.

Произвођач трактора из Велике Британије, „Масеј Фергусон“ (Massey Ferguson), на својим тракторима серије 6100, 8100, 6200 и 8200 уграђује мењаче код којих се само поједини степени преноса укључују под оптерећењем у оквиру групе зване „дајнашифт“ (Dynashift). Комплетан мењачки преносник састоји се од групе за промену степена преноса под оптерећењем – „дајнашифт“ и главне мењачке групе са зупчастим синхрон спојницама. Укупан број преноса и за кретање унапред и за уназад је 32. „дајнашифт“ улазна јединица, слика 2.51, појављује се као два сета епицикличних зупчаника:

- Примарни: главни елементи јединице, користе се за пренос снаге од мотора до главне мењачке групе,
- Секундарни: за контролу брзине примарног сунчаног зупчаника (64).

Примарни сет зупчаника:

Погон долази кроз примарни прстенасти зупчаник (31), који је ужлебљен на улазно вратило (7). Овај зупчаник се окреће истим бројевима обртаја као и мотор, јер добија погон од спојнице трактора. Примарни сунчани зупчаник (64) је погођен секундарним епесикличним паром зупчаника и одређује његову брзину окретања.

Секундарни сет зупчаника:

Овај сет зупчаника је контролисан одређеним хидрауличним спојницама (квачилима) и кочницама.

Секундарни прстенасти зупчаник (34) је или:

- а) блокиран на улазно шупље вратило (7) са три диск квачила (2,3) и „белевил“ опругом (4) смештеном у предњем делу ове јединице.
- б) блокиран на кућиште са три диск кочнице (15) и клипом (22)

Када нема притиска уља, клип се помера уназад „белевил“ (Belleville) опругом (4) и опругом (20) преко притисних плоча (17), док у случају притиска долази до сабијања дискова кочнице (15) које делују на фриксиону кочиону плочу (16) и притисне плоче (17), које сабијају „белевил“ опругу (4) ослобађајући квачило улазног вратила.

Секундарни прстенасти зупчаник (34) је тако или:

- а) погођен истом брзином као и мотор, када предњи клип (22) није под притиском;
- б) непокретан, када је предњи клип под притиском.

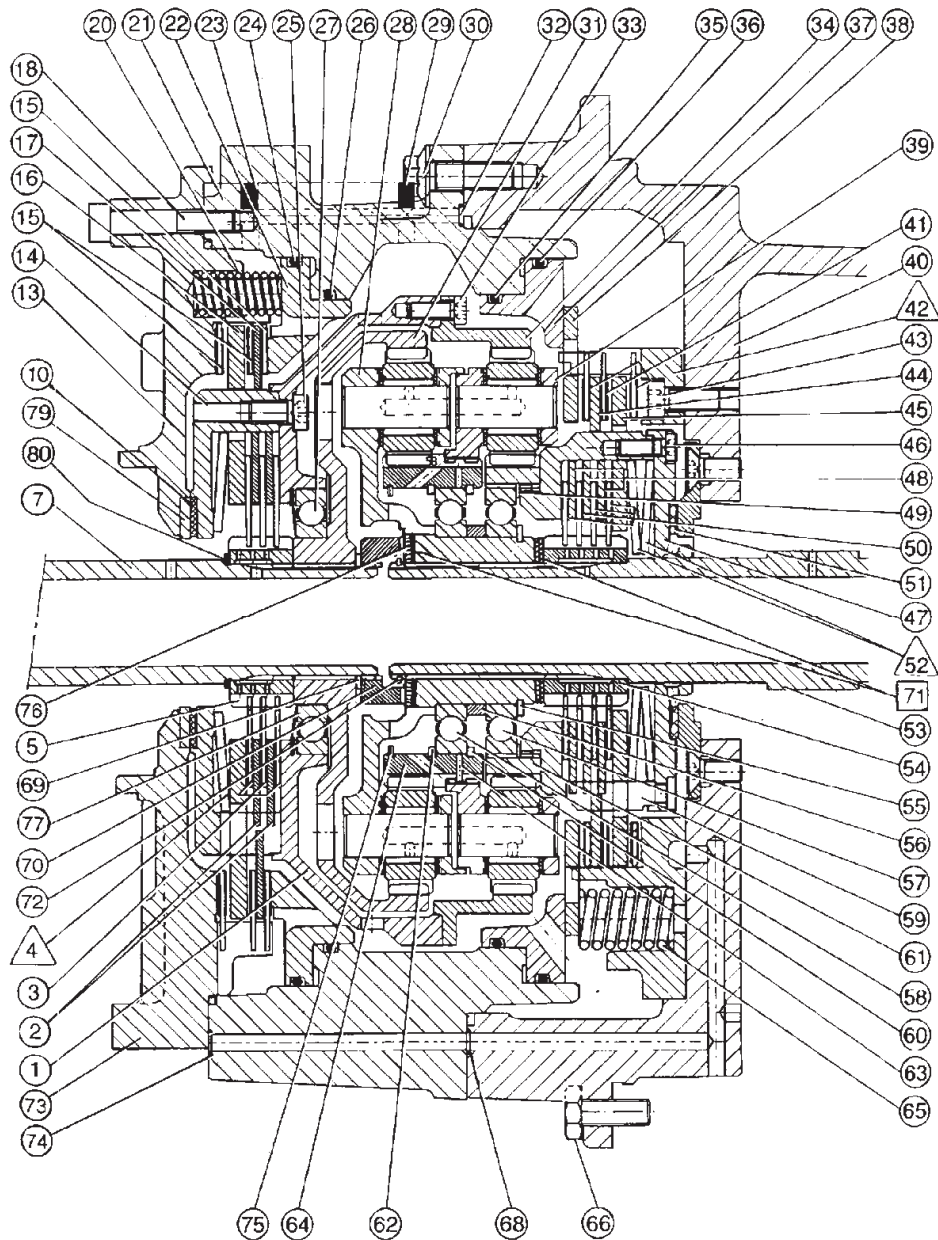
Секундарни сунчани зупчаник (61) је или:

- а) блокиран на излазно вратило (53) са четири диск квачила (50) и две „белевил“ (52) опруге постављене на задњем делу ове јединице;
- б) блокиран на кућишту са 3 диск кочнице (41) и задњим клипом кочнице (37).

Када није под притиском, задњи клип се помера унапред због деловања „белевил“ опруга (52) и опруга (65), док у случају притиска, клип се покреће уназад и потискује притисну плочу (38), сабијајући дискове кочница (41). То се преноси на „белевил“ опругу (52), која отпушта излазно вратило квачила.

Непокретношћу секундарног прстенастог зупчаника (34) или секундарног сунчаног зупчаника (61), мења се брзина секундарног планетарног носача (39).

„Дајнашифт“ има четири степена преноса означених на инструмент табли у кабини трактора словима А, Б, Ц и Д. Ради бољег разумевања рада мењача без прекида тока снаге, биће приказана сва четири степена преноса.

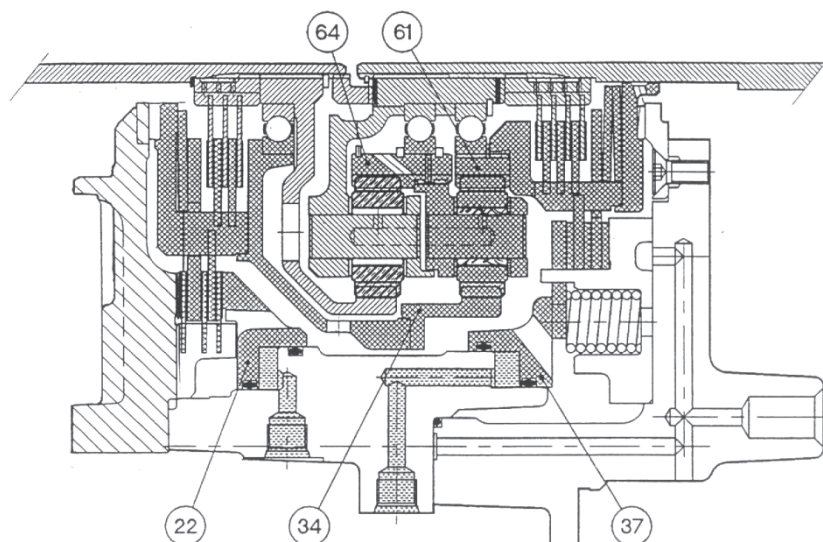


Слика 2.51. „Дажнашифт“ јединица на тракторима „масеј фергусон“

Брзина А, слика 2.52:

Редукција броја обртаја је $1/1,620$.

Оба клипа (22) и (37) су под притиском. Секундарни прстенасти зупчаник (34) и секундарни сунчани зупчаник (61) блокирани су на кућишту. Цео секундарни епициклични (планетарни) сет је блокиран, па је због тога и примарни сунчани зупчаник блокиран. Редукција преносног односа је због окретања примарног планетарног сета зупчаника, тј. планетарног носача.

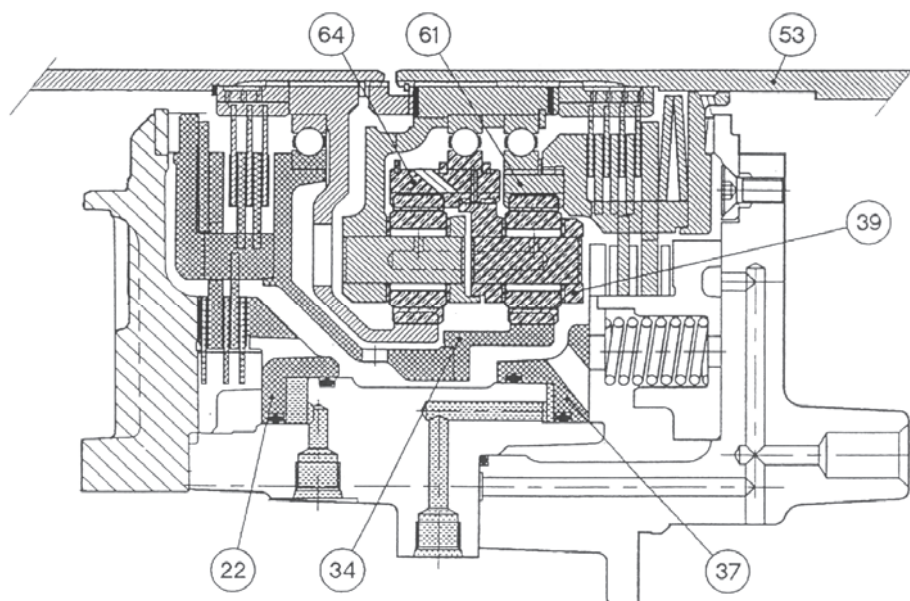


Слика 2.52. Брзина А

Брзина Б, слика 2.53:

Редукција броја обртаја је $1/1,386$.

Предњи клип (22) је под притиском, па је секундарни прстенасти зупчаник (34) блокиран на кућишту. Задњи клип (37) није под притиском и секундарни сунчани зупчаник (61) се окреће с излазним вратилом. Секундарни планетарни носач (39) се због тога окреће нижом брзином, погођен примарним сунчаним зупчаником (64). Преносни однос је мањи.

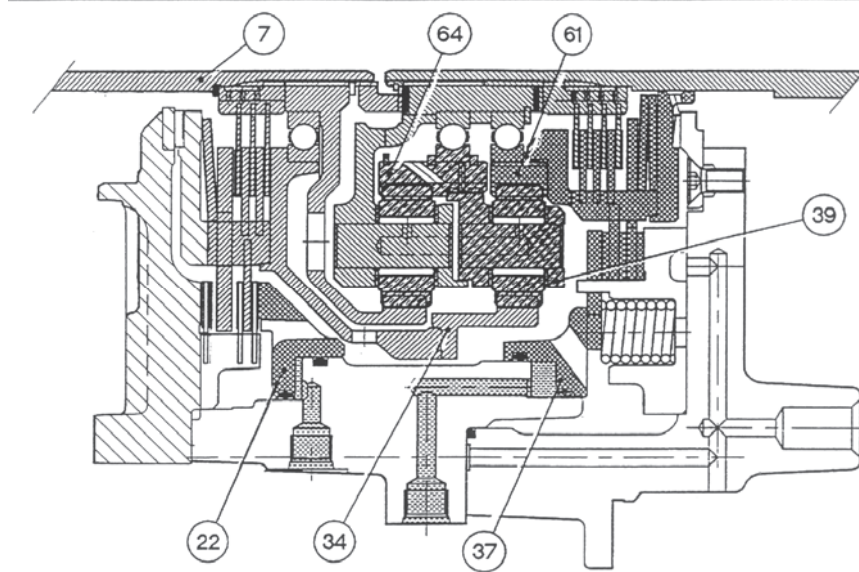


Слика 2.53. Брзина Б

Брзина Ц, слика 2.54:

Редукција броја обртаја је $1/1,1704$.

Задњи клип (37) је под притиском па је секундарни сунчани зупчаник (61) блокиран на кућишту. Предњи клип (22) није под притиском и секундарни прстенасти зупчаник (34) обрће се с улазним вратилом (7) дајући вишу брзину секундарном планетарном носачу (39). Примарни сунчани зупчаник (64) је погођен са секундарним планетарним носачем (39) вишом брзином, него у Б брзини. Све то даје нижу редукцију.

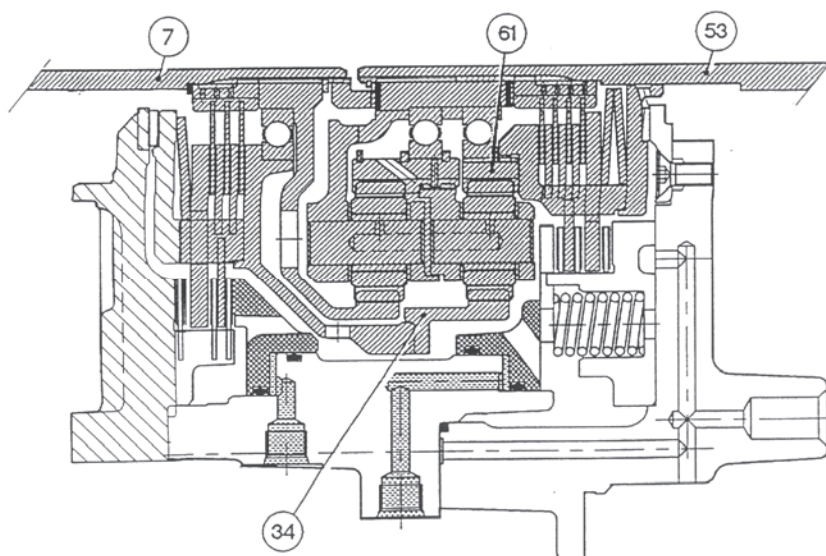


Слика 2.54. Брзина Ц

Брзина Д, слика 2.55:

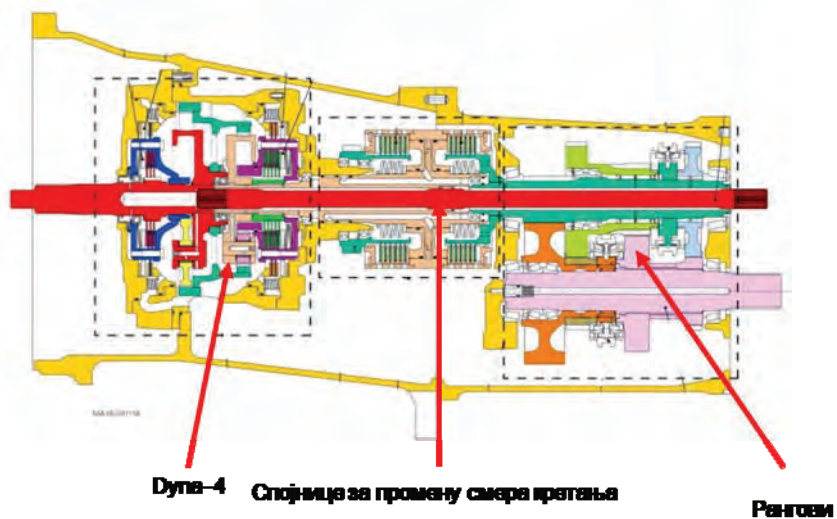
Редукција броја обртаја је 1/1,000.

Оба клипа нису под притиском, па су оба квачила укључена. Секундарни прстенасти зупчаник (34) обрће се заједно с улазним вратилом (7). Секундарни зупчаник (61) се ротира заједно с излазним вратилом (53), стварајући механичко забрављивање целе јединице. Због тога је преносни однос 1/1.

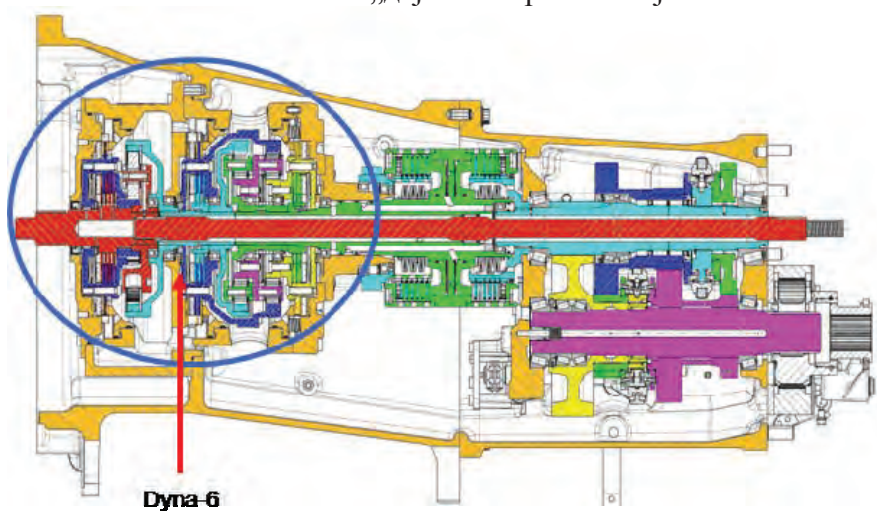


Слика 2.55. Брзина Д

На тракторима „масеј фергусон“, серије 7700 и 8700 уграђују се мењачи „дајна“ (Дупа – 4) или (Дупа-6) слике 2.56 и 2.57, који су еволуирали из горе објашњене „дајнашифт“ јединице. Разлика између нових конструкција је у броју степена преноса и планетарних сетова. „дајна“-4 има четири степена преноса и два планетарна сета, а „дајна“-6 шест степена преноса и три планетарна сета.



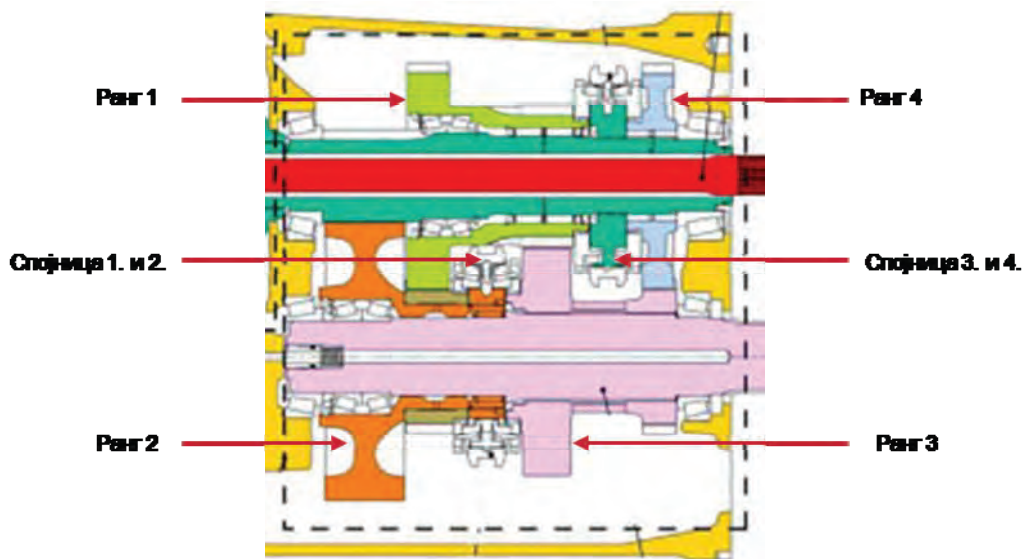
Слика 2.56. „дајна“ -4 трансмисија



Слика 2.57. „дајна“ -6 трансмисија

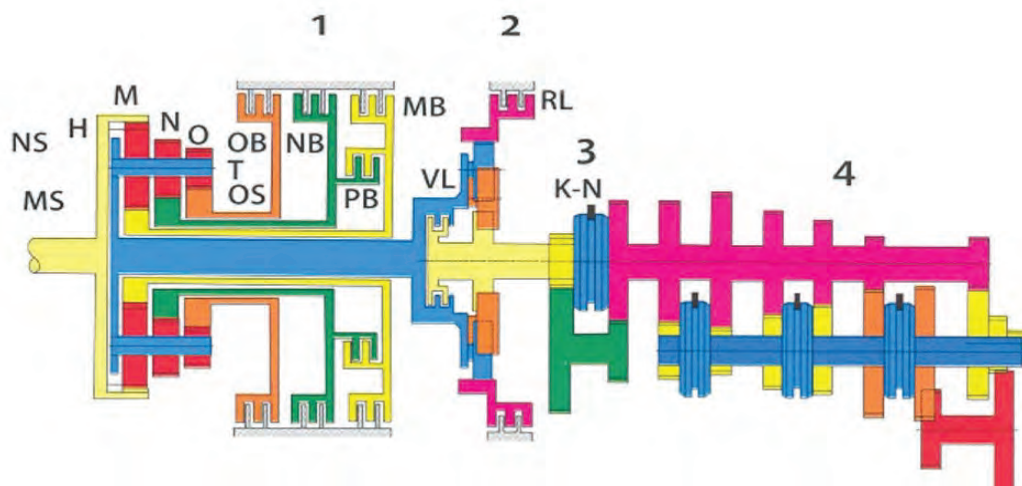
Промењена је група за промену смера кретања и рангови у мењачу са стално спрегнутим зупчаницима, слика 2.58.

Мењачки преносник са ранговима је механички мењач са стално спрегнутим зупчаницима. У питању је роботизовани мењач, код којег се рангови укључују електрохидрауличким путем. Померањем мењача шаље се сигнал соленоидном вентилу, који пропушта уље до актуатора за померање шипке мењача. Померањем шипке, помера се и виљушка која дејствује на синхрон спојницу и укључује се одговарајући ранг.

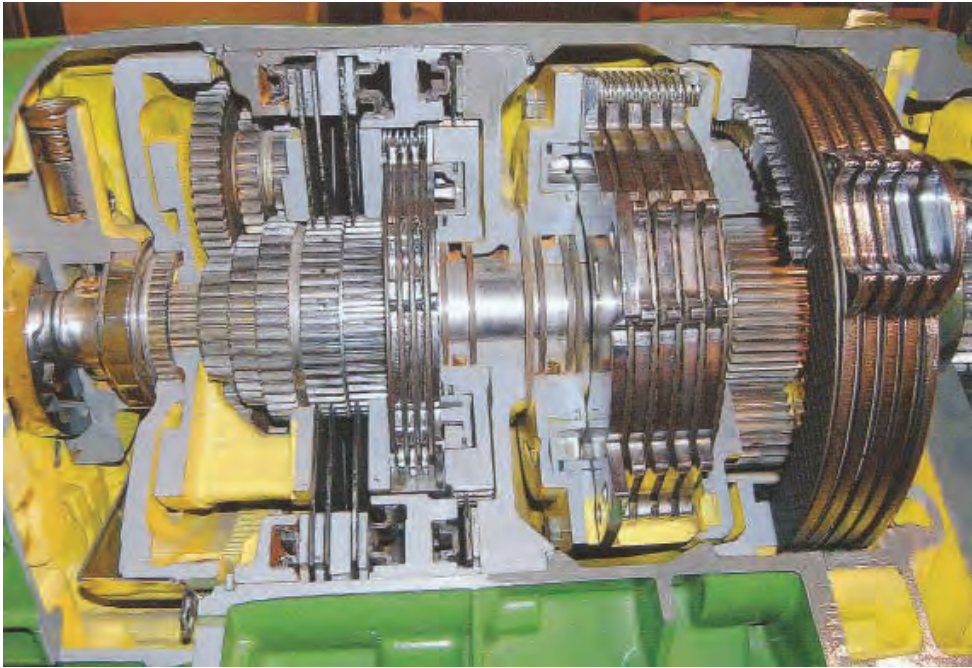


Слика 2.58. Мењачки преносник са ранговима

Код трактора „дон дир“, серије 6000 и 7000 опција 16/16 „паурквад плус“ (PowerQuad Plus) трансмисије нуди четири брзине у сваком од четири потпуно синхронизована ранга, слике 2.59 и 2.60. Пребацавања између рангова обављају се помоћу ручице реверзера погона. (Осим код модела 6830/6930). Опција 24/24 Паурквад плус трансмисија са максималном брзином у транспорту од чак 40 km/h на располагању је за све моделе. Добија се више брзина у основном радном опсегу и већа флексибилност (6830 и 6930 испоручују се са 20/20 „паурквад плус“ трансмисијом).



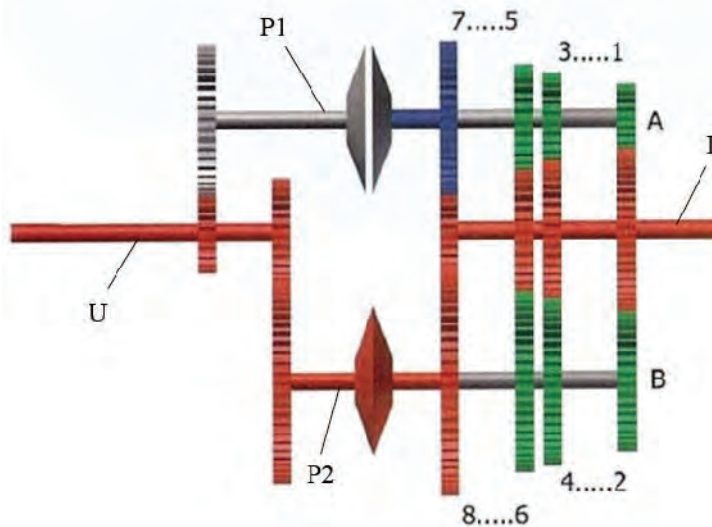
Слика 2.59. Шема трансмисије „паурквад плус“ (PowerQuad Plus), Anonim (2001)



Слика 2.60. Пресек трансмисије „паурквд плус“ (PowerQuad Plus), Мартинов и сар. (2008)

2.3.6. Мењачи са двоструким спојницама

Последњих година у аутомобилској индустрији нуде се мењачки преносници са двоструким спојницама. Ови мењачи имају мању потрошњу горива од класичних аутоматких мењача са хидродинамичким преносником, а у односу на CVT мењаче могу да пренесу веће обртне моменте. Амерички произвођач трактора „дон дир“ на својим тракторима серије 6P и 7P нуди такав један мењач под називом „дирецтдриве“. Рад мењача са двоструким спојницама може да се опише као рад два мењача у једном кућишту, од којих је један задужен за парне, а други за непарне степене преноса, а сваки је повезан својом спојницом, слика 2.61.



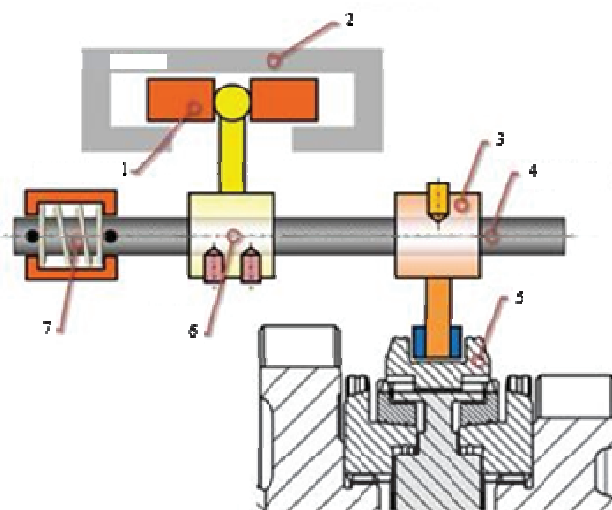
Слика 2.61. Шема рада „директдрајв“ (DirectDrive) мењача на тракторима „дон дир“ (John Deere): U. улазно вратило; P1. помоћно вратило 1; P2. помоћно вратило 2; I. излазно вратило

Ови мењачи су електронски контролисани, а хидраулички и електронски управљиви. Мењач се састоји од механичких, хидрауличких и електричних компоненти. Механички део мењача чине стално спрегнути зупчаници, односно синхрон мењач, слика 2.62. Хидраулички део чине две вишеламеласте уљне спојнице. Електрични део чини електрични актуатор са соленоидом, слика 2.63. Обртни момент са замајца посредством улазног вратила (U) предаје се на два помоћна вратила (P1 и P2), на којима се налази спојница и зупчаници са синхрон спојницама, слика 2.62. Сви зупчаници са помоћних вратила спрегнути су зупчаницима излазног вратила (I).



Слика 2.62. „Директдрајв“ (DirectDrive) мењач на тракторима „џон дир“ (John Deere): U. улазно вратило; P1. помоћно вратило 1; P2. помоћно вратило 2; I. излазно вратило

Померање синхрон спојнице (5) обавља се помоћу виљушке (3), која је постављена на шипки (4), 2.63. На шипки се налази полука (6) коју помера арматура (1) електричног актуатора (2), посредством електричне енергије. При померању шипке (4) сабија се опруга (7) која помаже актуатору да синхрон спојницу (5) врати у неутрални положај.



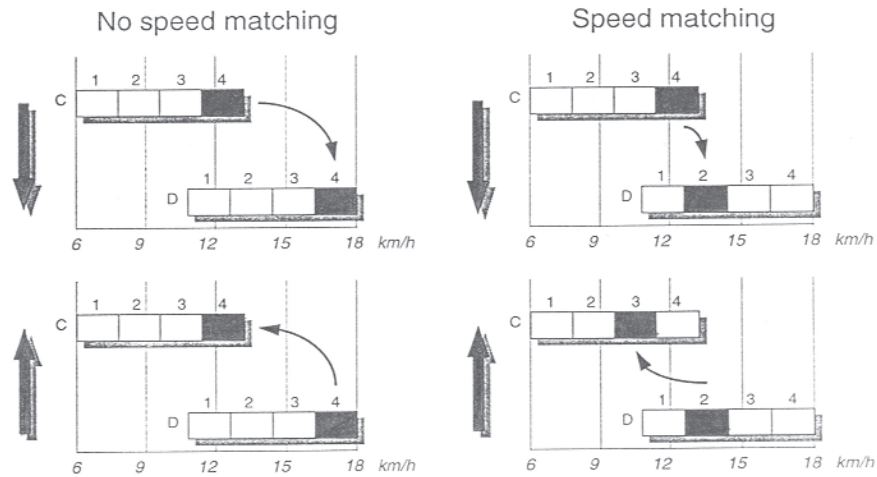
Слика 2.63. Електрични актуатор са полугама: 1. арматура; 2. актуатор; 3. виљушка; 4. шипка; 5. синхрон спојница; 6. полука актуатора; 7. опруга

2.3.7. Брзо усклађивање брзина - SPEED MATCHING

Развој мењача без прекида тока снаге креће се у правцу електронских контролисаних мењача, код којих се степени преноса мењају аутоматски, у зависности од оптерећења трактора. Такви мењачи сада могу да се нађу код свих реномираних произвођача трактора. За управљање радом аутоматских мењача јављају се неколико критеријума а најважнији су: број обртаја мотора, оптерећеност мотора и положај ручице, односно педале гаса (акцелератора). Значајније ширење аутоматски контролисаних мењача настаје применом аутоматских мењача на тракторима „саме“ (SAME) „титан“.

Код мењачких преносника код којих се само поједини степени преноса укључују под оптерећењем, а главна група (рангови) је са стално узубљеним зупчаницима и синхрон спојницама, при промени степена преноса у главној групи јавља се проблем превеликог броја обртаја и оптерећење компонената трансмисије, због велике разлике између брзина кретања трактора у појединим ранговима. Због тога је прво Џон Дир на серијама 6010, 7010 и 6020, а затим и Масеј Фергусон на серијама 6200 и 8200, Саме на серији „титан“ и „рубин“ развио аутоматски систем за усклађивање броја обртаја у трансмисији, а самим тим и брзине кретања према одабраном рангу под називом спид мечинг (Брзо усклађивање брзина). Наведене серије трактора поред спид мечинг аутоматске функције имају и аутоматску промену степена преноса, при чему треба знати разлику између наведених функција. Када се каже аутоматска промена степена преноса или аутоматски мењач онда се мисли да се степени преноса аутоматски мењају само у оквиру „паур шифт“ јединице: у зависности од промене броја обртаја мотора, оптерећености мотора и положаја ручице, односно педале гаса (акцелератора), док функција спид мечинг аутоматски мења степене преноса у „паур шифт“ јединици када се мења ранг, односно степен преноса у мењачу са стално узубљеним зупчаницима.

Задатак спид мечинг функције јесте да при промени ранга сам одбира степен преноса у „паурквад“ јединици, без интервенције трактористе. Главна мењачка кутија изведена је у виду синхроног мењачког преносника са четири ранга. Мењање ранга мора да се оствари притиском на педалу спојнице (квачила), која се искључује и има за последицу промену односа између брзине обртаја мотора и брзине обртања вратила у кућишту ранга. Овај сигнал иницира брзо усклађивање, тј PCU, који активира степер мотор да одабере одговарајући пренос у „паурквад“ јединици, усклађујући брзину кретања са брзином обртаја мотора. На тај начин, без интервенције возача, бира се следећи логичан степен преноса избегавајући драстичне промене у брзини кретања трактора, а самим тим и преоптерећење мотора превеликим или премалим бројем обртаја, слика 2.64. Тракториста увек може да искључи „спид мечинг“, тако што при промени ранга притиска једно од два дугмета на ручици и сам одабира степен преноса у „паурквад“ јединици.



Слика 2.64. Ефикасност функције „спид мечинг“ (Speed Matching)

Електронска промена степена преноса подразумева да се притиском на једно од два дугмета (прекидача) постављена на ручици за промену ранга мења степена преноса. Једно дугме има поред њега нацртаног зеца и служи за повећање степена преноса од један до четири, док друго има нацртану корњачу и служи за смањење степена преноса. Притиском на било које од два дугмета иницира се степер мотор у актуатору који закреће разводник, чиме се уље шаље у спојницу одабране брзине. Кратким притиском на дугмад мења се само један степен, а у случају дужег притиска може да се промени неколико степени преноса.

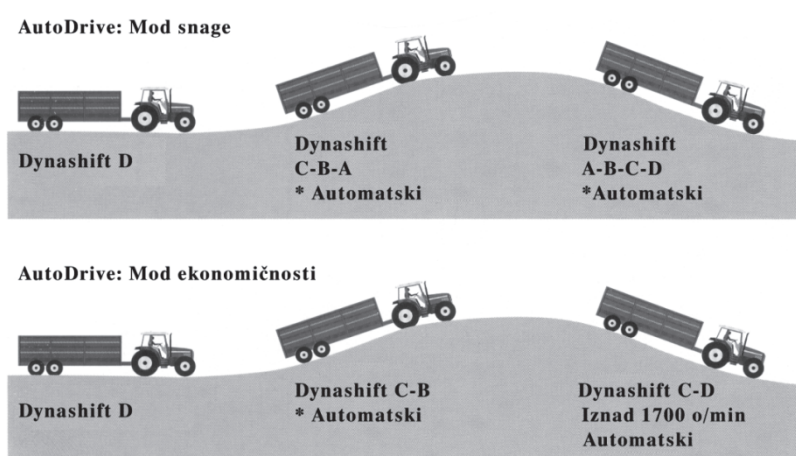
Функција усклађивања брзине кретања са степеном преноса постоји и код трактора код којих се сви степени преноса мењају под оптерећењем (потпуни „паур шифт“), трактори „дон дир“, серије 8000, 8010 и 8020, „кејс МХ магнум“, итд. Уколико се трактор креће транспортним брзинама и наиђе на кривину а тракториста нема времена да смањи степен преноса ручицом мењача, притиском на педалу спојнице (квачила) РСУ ће аутоматски смањити степен преноса како би се ускладила брзина кретања према очекиваном нижем степену преноса, којим ће безбедно ући у кривину. У овом случају функција спид мечинг има и безбедносну улогу, јер спречава превртање трактора. Поред наведеног примера усклађивање степена преноса са брзином кретања код електронски контролисаних паур шифт мењача на средњим и тешким тракторима углавном користе сви произвођачи трактора. Описивање сваког мењача захтевало би посебан рад, пошто сваки мењач заслужује посебну пажњу због своје сложености.

Код трактора са пуним „паур шифт“ мењачем и аутоматском променом степена преноса, функцију спид мечинг преузима аутоматска промена степена преноса (automatic powershift). Код трактора са делимичним паур шифт мењачем где се рангови мењају коришћењем квачила (мењачи са стално узубљеним зупчаницима-синхрон) она и даље остаје присутна и представља значајан фактор за ефикасно коришћење истог. Описана аутоматска функција продужава радни век трансмисије што је свакако важно, јер цене савремених трактора за наше пољопривредне произвођаче, с обзиром на ситуацију у којој се налази наша пољопривреда и услове пословања, нису уопште ниске.

2.3.8. Аутоматски мењачи

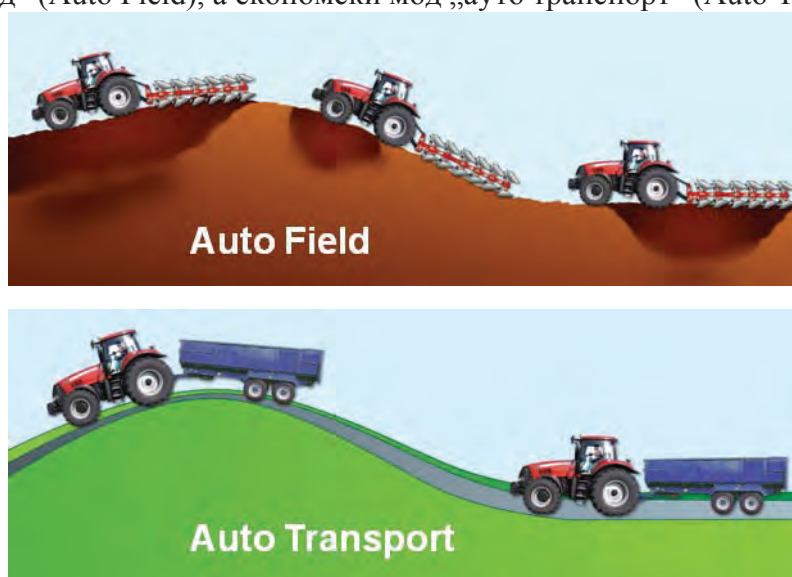
Управљање аутоматском променом степена преноса у Дајнашифт јединици код трактора „масеј фергусон“, серије 6200 и 8200 обавља систем „аутодрајв“

(AutoDrive) тако што аутоматски мења степене преноса према оптерећењу мотора и брзини, одабиром мода снаге или мода економичности. У моду снаге степени преноса се мењају изнад 2.100 o/min, а у моду економичности изнад 1.700 o/min, слика 2.65. Тестирањем је утврђено да је „аутодрајв“ повећао учинак за око 10%, при чему је смањена потрошња горива за око 11,7%. Разлика између два аутоматска мода је у томе што економски мод одабира степене преноса према моментној криви, намењен је за транспорт и лакше агротехничке операције. У овом моду дозвољава се већи пад броја обртаја, па се спорије мењају степени преноса у односу на мод снаге. Мод снаге одабира степене преноса према криви снаге. С обзиром на то да је крива снаге стрмија од моментне криве, одабир степена преноса је учесталији и углавном се користи у оним операцијама када се захтева максимална снага трактора. Мануелни режим се користи у основној обради и тежим површинским операцијама.



Сл. 2.65. Рад „аутодрајв“ система

Трактори „кејс“ такође имају аутоматске мењаче, слика 2.66, само што се мод снаге зове „ауто филд“ (Auto Field), а економски мод „ауто транспорт“ (Auto Transport).



Сл. 2.66. Рад аутоматског мењача код трактора „кејс“

Код оваквих мењача аутоматска промена се искључује притиском на било које од два дугмета на ручици за промену ранга или притиском прекидача за аутоматску промену, постављеног на контролној табли.

Као пример трактора са потпуним „паур шифт“ мењачем код којег се сви степени преноса мењају аутоматски могу да послуже трактори „дон дир“, серије 8010 и 8020. Аутоматски „паур шифт“ (APS) мењач омогућава аутоматску промену степена преноса како би одржао број обртаја мотора. PCU јединица (компјутер за управљање трансмисијом) одређује тренутак промене степена преноса на основу положаја ручице гаса, броја обртаја и оптерећења мотора. На почетку рада трактором потребно је дефинисати највиши степен преноса и притиснути прекидач на контролној табли (ознака А), која се налази на деној страни кабине трактора, слика 2.67. У случају пада броја обртаја мотора током вожње, због померања ручице гаса или пораста оптерећења, промена степена се обавља према доле. Промена положаја ручице гаса омогућава максималну промену према доле/горе до три степена преноса, док се услед пораста оптерећења може променити већи број степена преноса. Након активирања аутоматског мењача, на дисплеју ће се појавити ознака А. Функционисање аутоматског мењача се отказује са било каквим ручним мењањем степена преноса или постављањем ручице мењача у неутрални или положај за кретање уназад. Притиском на прекидач „ризјум“ (RESUME) (А), слика 2.68, поново се активира аутоматска промена степена преноса. Уколико због неке препреке или неког другог разлога дође до потребе за притискањем педале квачила, прекида се рад аутоматског мењача, а након отпуштања педале квачила поново се активира рад аутоматског мењача. За подешавање ручице гаса препоручује се максималан број обртаја мотора.



Слика 2.67. Прекидач за укључење аутоматске промене степена преноса на тракторима „дон дир“, серије 8010 и 8020



Слика 2.68. Прекидач за поновно активирање аутоматске промене степена преноса

Код трансмисија са континуалном променом степена преноса (хидростатичке трансмисије) аутоматска промена степена преноса добија потпуно нову димензију, јер се руковалацу пружа могућност да сам подеси брзину кретања и оптерећење при којем ће доћи до промене степена преноса. Наиме, код трактора „кејс/штајер“ (CVX, CVT), Дојц (TTV), Фендт (Vario) и Џон Дир (AutoPower) постоји систем за контролу брзине кретања „круз контрол“ (Cruise control), који пружа могућност меморисања жељене брзине кретања, коју трансмисија покушава да одржи независно од броја обртаја мотора (Profi No 6, 2003). Поред тога, педала гаса уствари служи за регулацију брзине кретања, остављајући електроници трактора да сама одреди број обртаја мотора и степен преноса у трансмисији. Осим контроле брзине кретања, трактори поседују и могућност подешавања оптерећења при којем ће доћи до промене степена преноса у трансмисији (Load limit sensing). На тај начин руковалац након одабира брзине кретања, на основу своје процене може да подеси величину оптерећења, при чему је максимално могуће оптерећење 30%. Током рада у аутоматском режиму број обртаја мотора мора бити максималан, јер ће и продуктивност рада тада бити највећа. Код трактора „кејс“ (CVX) и „џон дир“ (AutoPower) постављањем потенциометра (Load limit sensing) у одређени положај, у случају наилазка на меко земљиште и смањења оптерећења мотора, аутоматски долази до смањења броја обртаја мотора, који може да падне до 1.200 o/min (half load). Смањењем броја обртаја добија се економичан рад трактора (мања потрошња горива), али и мања продуктивност рада. Осим управљања брзином кретања постоји и могућност одржавања константне брзине прикључног вратила трактора. У случају појаве оптерећења у трансмисији се мења степен преноса како би остао исти број обртаја прикључног вратила.

2.4. ПОГОНСКИ МОСТОВИ

Погонски мост представља последњу везу у преносу снаге од мотора ка погонским точковима. Код концепција трактора (4x2)S, само је задњи мост погонски, а код концепција трактора (4x4)S, и предњи и задњи мост су погонски.

2.4.1. Задњи погонски мост

Основни делови задњег погонског моста су: главни преносник, диференцијал, блокада диференцијала, полувратила, завршни пренос (бочни редуктори).

Погонски мост има следеће функције:

- да промени смер погона за 90 степени (под правим углом), јер излазно вратило мењача лежи уздужно, док су погонска полувратила постављена попречно,
- да обави редуцију броја обртаја, повећа обртни момент, односно обави промену параметара снаге у непроменљивом односу и пренесе је до погонских точкова трактора,
- да обртни момент преноси на леви и десни погонски точак при њиховим различитим угаоним брзинама, односно да омогући вожњу трактора у кривини без клизања и повлачења точкова и
- да преко кућишта моста прими и пренесе све реактивне и активне силе и момент.

2.4.2. Главни преносник

Задатак главног преносника јесте да преноси снагу од излазног вратила мењача до диференцијалног преносника, уз повећање обртног момента, смањење угаоне брзине и промену равни обртања за 90° . Најчешће се изводи са паром којег чини конусни (5) и тањирасти (4) зупчаник, који се „купају“ у уљу у кућишту задњег погонског моста, слика 2.69а. Код конусних зупчастих парова, зупци могу бити прави (радијални у односу на осу зупчаника), коси (око изводница бокова тангирају неку замишљену кружницу), спирални - завојни (као делови неке спирале, односно завојнице) и хипоидни. Хипоидно озубљени зупчасти парови се све више израђују, јер омогућавају већи степен спрезања, мирнији рад и дужи век трајања.

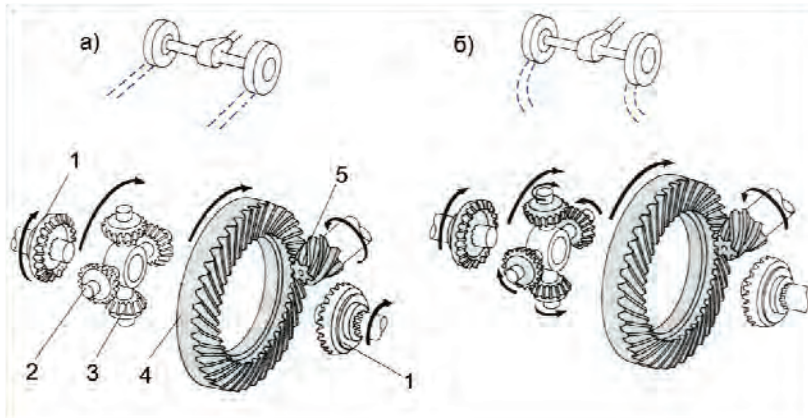
2.4.3. Диференцијал

У погонском мосту диференцијални преносник служи за преношење обртног момента на леви и десни погонски точак при њиховим међусобно различитим угаоним брзинама, слика 2.69б. До ове разлике долази при кретању трактора: у кривини, по неравном путу и у случају различитих полупречника точкова, до чега може доћи при различитим притисцима у пнеуматцима или при неједнаком трошењу пнеуматика. Разлика у угаоним брзинама настаје када точкови у истом временском периоду прелазе различите путеве. Када трактор не би имао диференцијал дошло би до претераног напрезања елемената, што би довело до лома.

У односу на начин конструкцијског извођења, диференцијални преносници могу бити са: конусним и цилиндричним зупчаницима, пужним преносницима, кулисним механизмом, итд. Код трактора се најчешће користе диференцијални преносници са конусним зупчаницима.

Снага је доведена у диференцијал преко погонског конусног зупчаника (5), слика 2.69а. Он је спрегнут са великим тањирастим зупчаником (4) који је везан за кућиште диференцијала. Кућиште диференцијала и тањирасти конусни зупчаник обрћу се као једна целина. За тањирасти зупчаник преко кућишта диференцијала спојена је крстава осовина - крстак (2) на којем се обрћу четири зупчаника тркача (4). Сваки точак има посебно полувратило, које је унутрашњим крајем повезано бочним сунчаним зупчаником (1). Четири тркача диференцијала су спрегнути бочним сунчаним зупчаницима.

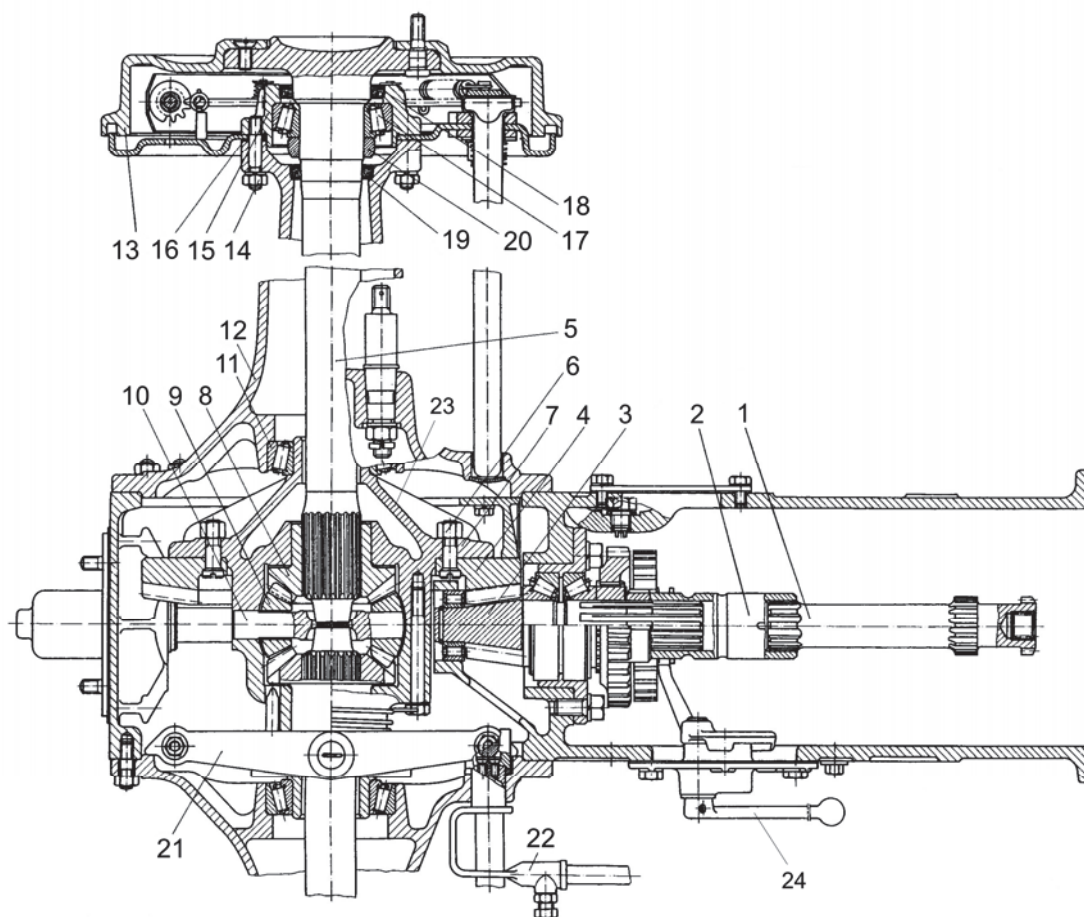
Када се трактор креће по правом путу, слика 2.69а, четири зупчаника тркача диференцијала (3) се не обрћу на крстаку (2), али она потискују оба бочна сунчана зупчаника (1), тако да се они обрћу истом брзином као и тањирасти зупчаник (4), поgoneћи преко полувратила задње точкове да се обрћу истом брзином. Када се трактор креће у кривини, спољни точак мора да се окреће брже него унутрашњи. Да би се ово омогућило, четири тркача диференцијала (3) обрћу се на крстаку (2) преносећи већи број обртаја на спољашњи бочни точак, слика 2.69б. Разлика броја обртаја левог и десног точка зависи само од отпора на точковима.



Слика 2.69. Шема рада диференцијала, а) трактор се креће по правом путу, б) трактор се креће у кривини: 1. сунчани зупчаници на полувратилима; 2. крстак; 3. зупчаници тракачи; 4. тањирасти зупчаник; 5. конусни зупчаник, Anonim FOS (1969)

Код трактора ИМТ 542 задњи мост чине погонски механизам и полувратила са кућиштима, слика 2.70. Погон са главног вратила мењача преноси се спојним вратилом (1) и сигурносном цевастом спојницом (2) на конусни погонски зупчаник (3) и тањирасти зупчаник (4), затим преко полувратила (5) на задње точкове. Конусни погонски зупчаник (3) ослања се у централном кућишту на цилиндрично ваљкасти лежај и у преднапрегнутом склопу држача на два наспрамна конусно ваљкаста лежаја. Задња редукција се обавља на конусно тањирастом пару зупчаника (3) и (4).

Тањирасти зупчаник (4) причвршћен је за раздвојиво кућиште диференцијала (7), које се на оба краја обрће у конусно-ваљкастом лежају, ослоњеном спољним прстеном у кућишту полувратила (12). Кућиште диференцијала је дводелно и у њему су смештени: крстак диференцијала (10), тркачи (9) и сунчани зупчаници (8). Тркачи диференцијала (9) обрћу се на крстастој осовини (10), а аксијални притисак прихвата потисна подлошка иза сваког тркача. Кућиште диференцијала улежиштено је и у кућиштима полувратила преко конусно-ваљкастих лежаја (11). Унутрашњи крајеви полувратила су ожлебљењем спојени са сунчаним зупчаницима диференцијала (8), а спољашњи крајеви су ослоњени на конусно ваљкасте лежаје (17) смештене у држачима (15), постављеним на кућишта полувратила. Положај унутрашњих прстенова ових лежаја обезбеђен је самостезном огрлицом (20). Уљни заптивачи (18 и 19) су постављени у кућиштима полувратила и у држачима лежаја. Задње плоче кочница смештене су између кућишта полувратила и носача лежаја, а добоши кочница (13) постављени су на прирубнице вратила. Блокада диференцијала смештена је у десном кућишту полувратила.



Слика 2.70. Задњи мост код трактора ИМТ 542:

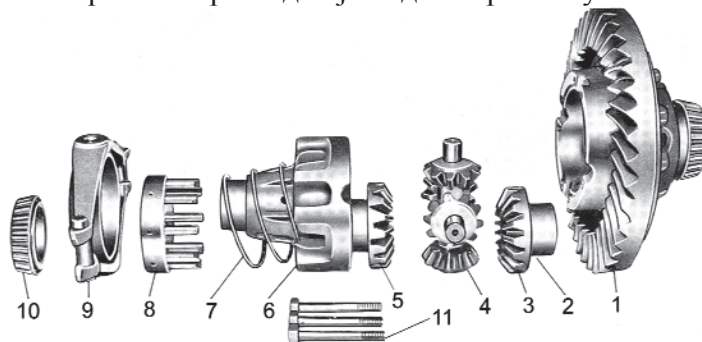
- | | |
|--|--|
| 1. продужено вратило из мењача; | 13. добош кочнице; |
| 2. сигурносна спојница; | 14. навртка; |
| 3. погонски зупчаник главног преносника; | 15. држач лежаја; |
| 4. тањирасти зупчаник главног преносника; | 16. зазорна подлошка; |
| 5. полувратило за погон точкова; | 17. конусно ваљкасти лежај; |
| 6. завртањ за повезивање диференцијала и тањирастог зупчаника; | 18. уљни заптивач; |
| 7. навртка | 19. уљни заптивач; |
| 8. сунчани зупчаник на полувратилу; | 20. самостезна огрлица; |
| 9. зупчаници тркачи; | 21. двокрака полуга за активирање блокаде диференцијала; |
| 10. крстава осовина диференцијала; | 22. ножна полуга за активирање блокаде диференцијала. |
| 11. конусно ваљкасти лежај | 23. кућиште деференцијала. |
| 12. кућиште полувратила | 24. ручица за укључење прикључног вратила |

2.4.4. Блокада диференцијала

Диференцијал преноси исти обртни момент на оба задња точка. То се испољава као мана у случају кад један точак нема добро приањање на клизавом тлу и почне да

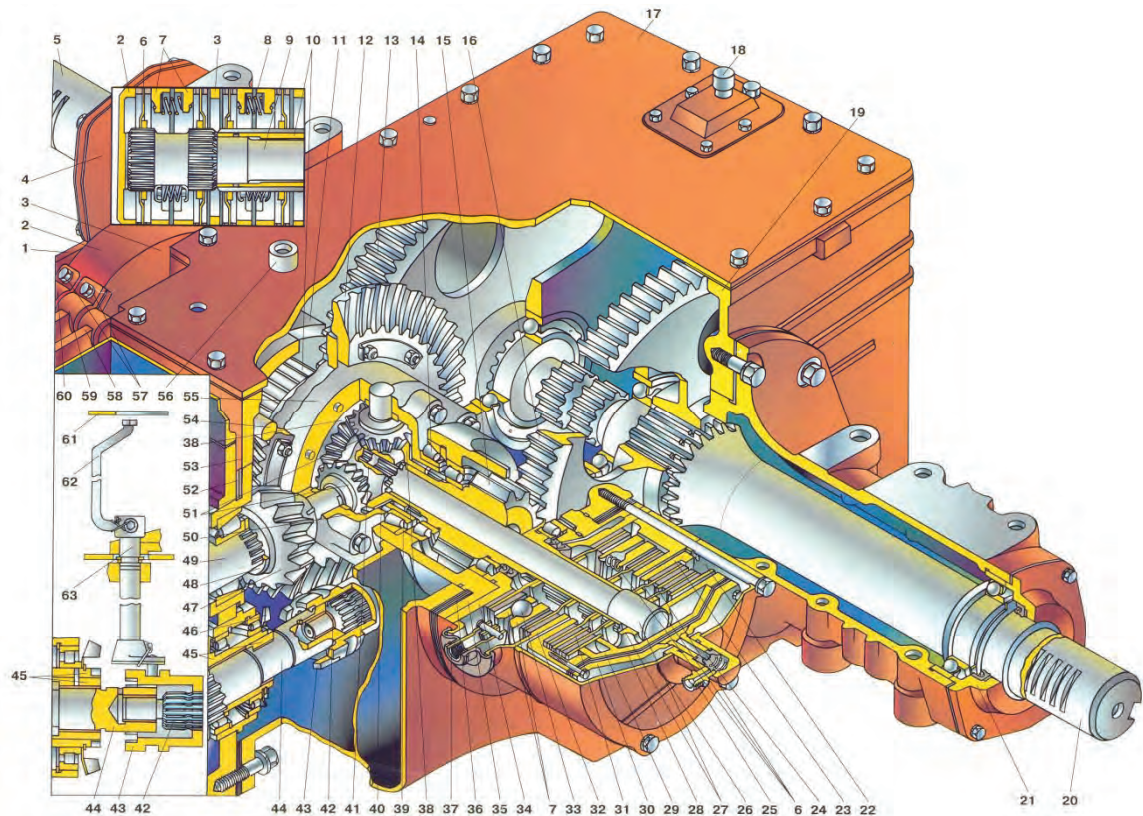
проклизава. Тада други точак не може да преноси обртни момент, чак може да престане уопште да се обрће. Да би се ово спречило, на тракторима се уграђује блокада диференцијала. Блокадом диференцијала оба полувршила се круто вежу заједно све док постоји проклизавање, а онда се поново ослободе. Блокада диференцијала сме да буде укључена само у току праволинијског кретања, а чим се скрене са тог правца и уђе у кривину, блокаду треба искључити, односно диференцијал треба укључити у рад. Ако се то не уради поломиће се зупчаници у диференцијалу. Блокада диференцијала се укључује када се с неком машином креће у први проход у пољу, нпр. сејачицом или када се оре прва бразда. Уопште, у орању је добро имати укључену блокаду диференцијала јер точак који иде по ледини више клизи од точка који је у бразди и на тај начин се блокадом добијају веће вучне силе на потезници трактора.

Блокада диференцијала код трактора ИМТ 542 је помоћу прстасте спојнице, слика 2.71. Када се притисне опругом натегнута педала, закреће се брег који својом кулисом потискује потисну виљушку (9) према диференцијалу. Померањем, потисна виљушка (9) потискује прстасту спојницу (8) да клизи дуж вратила сабијајући опругу (7), а прсти спојнице пролазе кроз кућиште диференцијала (6) и увлаче се у жлебове на бочном (сунчаном) зупчанику диференцијала (5), блокирајући на тај начин диференцијал. На овај начин елиминише се ефекат диференцијала, пошто су полувршило и кућиште диференцијала приморани да се обрћу као целина. Бочни зупчаник (5) на вратилу не може више да се обрће и на тај начин блокира диференцијал, тј. један точак не може да се обрће брже од другог. Када се педала отпусти, спојница се враћа раздвајајући њене прсте од бочног зупчаника (5) и дејство диференцијала је поново успостављено. Према томе, диференцијал је блокиран све време док је педала притиснута.



Слика 2.71. Расклопљени изглед склопа диференцијала на тракторима ИМТ 542: 1. склоп левог кућишта и тањирастог зупчаника; 2. потисна подлошка; 3. бочни зупчаник сунце; 4. склоп крстасте осовине и тракача; 5. бочни зупчаник сунце; 6. десно кућиште; 7. опруга; 8. прстаста спојница; 9. потисна виљушка; 10. лежај; 11. завртањ

Главни погон задњег моста код трактора МТЗ је преко пара коничних зупчаника са спиралним зупцима, 2.72. Диференцијал се састоји од коничних зупчаника са четири сателита и затвореног типа. Механизам за блокаду диференцијала је аутоматски. Завршни преносници су цилиндрични зупчаници са правим зупцима. Кочнице су дисковне, суве, постављене на погонске зупчанике завршног преноса.



Слика 2.72. Задњи мост и кочиони механизам код трактора МТЗ

800/820, 900/920, 890/892, 950/952

Команда за управљање блокадом диференцијала на тракторима МТЗ 800/820 и 900/920 има два положаја:

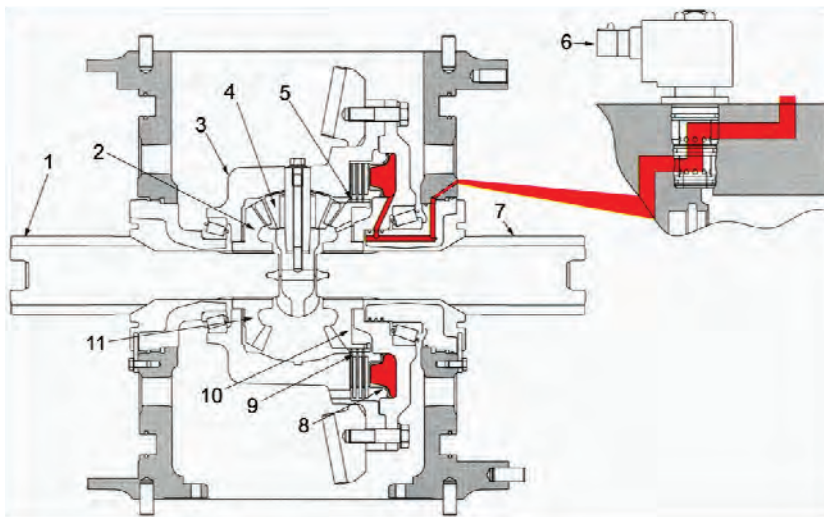
1. "Искључена". Користи се при транспортним радовима на путевима са тврдом подлогом.
2. "Укључена принудно". Притисне се папуча до краја и задржи се у том положају. После пуштања команде долази до аутоматске деблокаде. За правилан рад блокаду диференцијала задњег моста укључити само на кратко време за прелазак преко препрека на путу и у пољским и транспортним радовима. Такође, не користити блокаду диференцијала при брзинама кретања трактора преко 10 km/h, а ни при скретањима. У супротном, биће отежано управљање трактором и доћиће до убрзаног хабања елемената за пренос снаге и пнеуматика.

Треба истаћи да код савремених трактора управљање блокадом диференцијала и погоном на сва четири точка (4x4)S или (4WD) обавља електронска управљачка јединица „електроник контрол јунит“ (ECU – *Electronic Control Unit*), помоћу електронских сигнала. Електронско управљање омогућава аутоматско укључивање и искључивање. Сматра се да аутоматско укључивање и искључивање блокаде диференцијала за предњи и задњи погон, као и укључивање погона на све токове „фор вил драјв“ 4WD (*Four Wheele Drive*), доприноси оптимизирању функција трактора, олакшава рад у тежим условима и повећава продуктивност и ефикасност рада. На основу информација о бројевима обртаја коју дају електронски давачи на сваком појединачном точку трактора, доноси се одлука о укључењу блокаде диференцијала и 4WD.

На пример, ако се задњи десни точак окреће брже од левог, уз то је угао закретања предњих точкова мали (мањи од 15°), блокираће се диференцијал предњег и задњег моста. Уколико сензор угла закретања предњих точкова даје сигнал о постојању

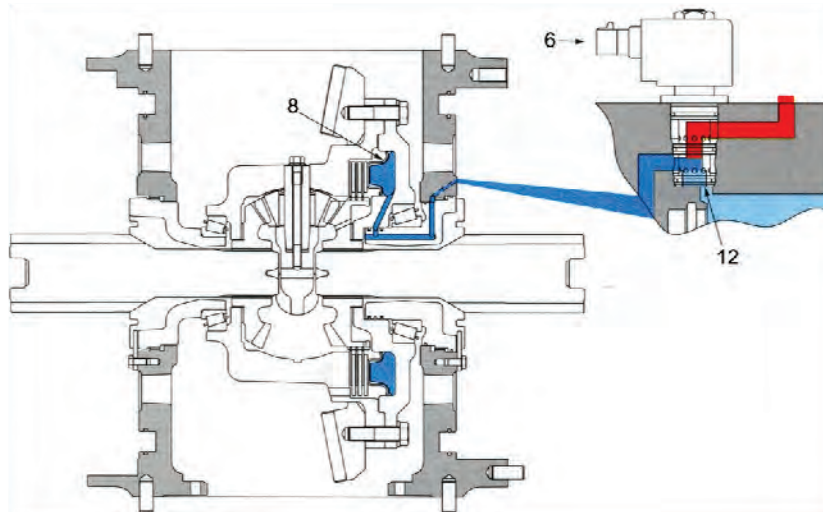
већег угла од 15° , блокада се аутоматски искључује. При праволинијском кретању, блокада диференцијала се аутоматски искључује при брзинама већим од 15 km/h , док се 4WD аутоматски искључује при закретању предњих точкова за угао већи од 25° и брзином већом од 15 km/h . Исто тако, уколико компјутер добије информацију о разлици у броју обртаја предњих и задњих точкова, или уопште било којег од точкова, он укључује 4WD, а некад се ради повећања ефикасности при кочењу трактора, аутоматски укључује 4WD.

Аутоматско блокирање диференцијала обавља се преко вишеламеласте кочнице, код које је управљање електрохидраулично, слике 2.73 и 2.74. Иза десног сунчаног зупчаника налази се ожлебљење на које су постављене ламеле (9), које су постављене између ламела (5). Ламеле (5) ујлебљене су са кућиштем диференцијала (3). Посредством електромагнетног вентила (6), којим управља електронска управљачка јединица, уље под притиском кроз канале доводи се на клип (8), који потискује ламеле постављене на сунчаном зупчанику и кућишту диференцијала. Потискивањем ламела према кућишту диференцијала (3) остварује се трење, односно, чврста веза, односно долази до блокаде диференцијала, слика 2.73.



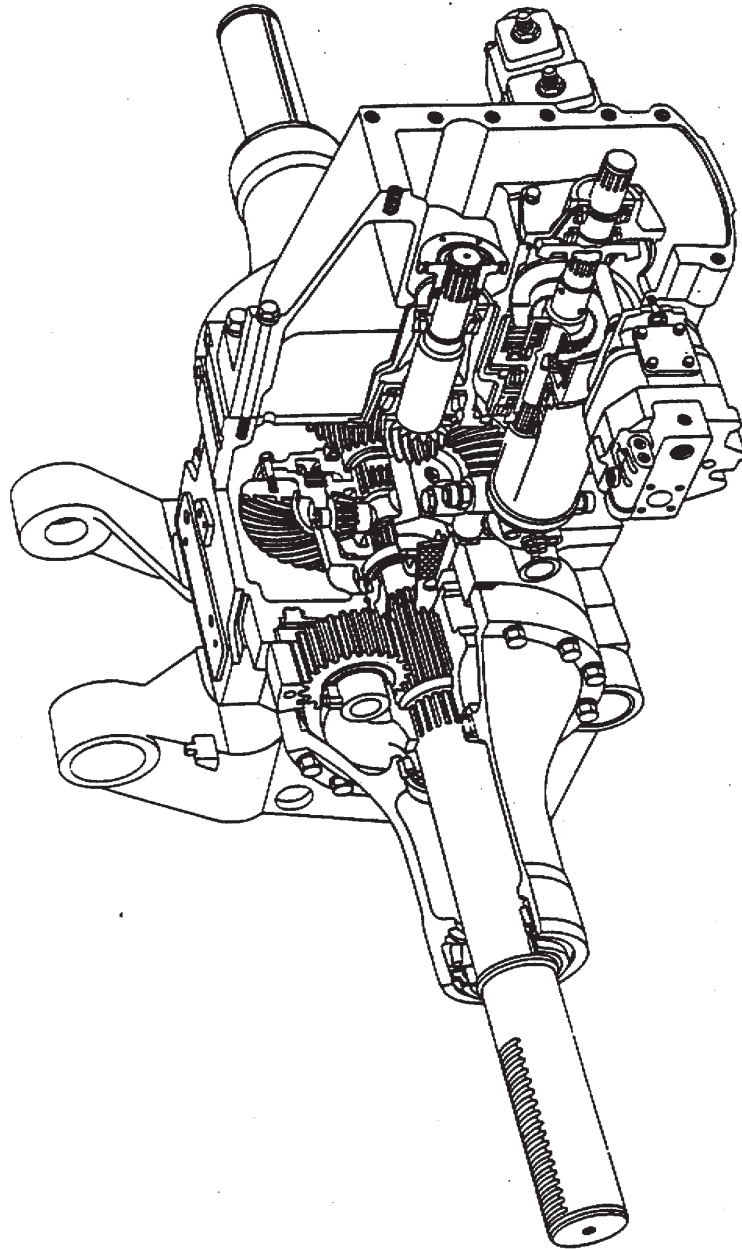
Слика 2.73. Укључена блокада диференцијала: 1. полувратило левог точка; 2. зупчаник сунце на полувратилу левог точка; 3. кућиште диференцијала; 4. зупчаник тркач; 5. ламеле на зупчанику сунце полувратила десног точка; 6. електромагнетни вентил; 7. полувратило десног точка; 8. прстенасти клип; 9. ламеле на кућишту диференцијала; 10. зупчаник сунце на полувратилу десног точка

Када се активира искључење блокаде диференцијала, слика 2.74, уље из диференцијала пропушта се (12) посредством електромагнетног вентила (6) у кућиште задњег моста. Пошто не постоји притисак уља, клип (8) се помера уназад, а услед центрифугалних сила ламеле се одвајају и престаје блокада диференцијала.



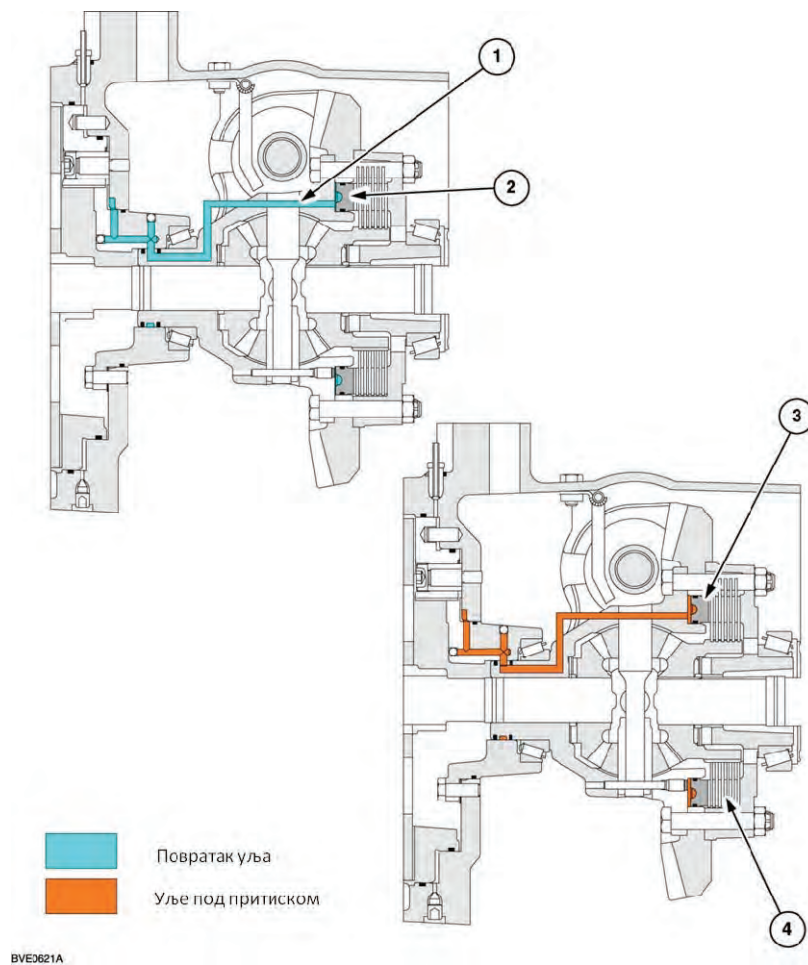
Слика 2.74. Искључена блокада диференцијала: 6. електромагнетни вентил; 8. прстенасти клип; 12. канал за пропуштање уља у кућиште задњег моста

Задњи мост трактора је истовремено и главни резервоар за хидраулично трансмисионо уље, 2.75. У доњем делу моста налази се вратило за погон хидрауличних пумпи, а исто вратило служи за погон прикључног вратила. У горњем делу налази се резервоар за чисто уље, које се прелива на диференцијал. Трубе задњег моста "купају" се у уљу, па не постоје мазалице за подмазивање крајњих бочних лежајева.



Слика 2.75. Задњи мост трактора „џон дир“, серије 8000

Код трактора „кејс“, серије „магнум“ диференцијал се блокира помоћу ламеласте спојнице, слика 2.76. Поред стално укљученог положаја, блокада диференцијала може да се укључује и аутоматски. За аутоматско укључење, односно искључење узима се податак о углу закренутости предњих точкова, брзина кретања, положај педала кочнице и положај прекидача за дизање/спуштање доњих полуга трактора.

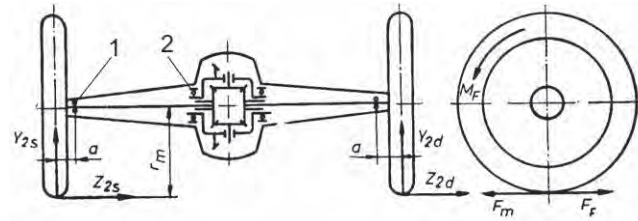


Слика 2.76. Блокада диференцијала у искљученом и укљученом положају: 1. повратак уља; 2. и 3. прстенасти клип; 3. кућиште диференцијала; 4. ламеле блокаде диференцијала

2.4.5. Погонска полувратила

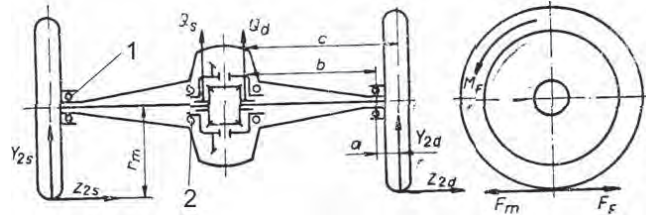
Погонска полувратила служе да пренесу снагу од диференцијалног преносника до погонских точкова, односно бочних редуктора. У погонским мостовима код којих су погонски точкови независно ослоњени, као и оних који су истовремено и управљачки, погонска полувратила се изводе као зглобни преносници са синхроним спојницама.

Погонско полувратило погонског моста са зависним ослањањем (са крутим кућиштем) дели се у три врсте вратила: полурастеређено, 3/4 растеређено и потпуно растеређено. Под појмом растеређености у називу, подразумева се растеређење од напрезања полувратила на савијање. Полурастеређена и 3/4 растеређена полувратила примењују се само на тракторима нижих категорија, док се потпуно растеређена полувратила користе на тракторима већих категорија (веће сопствене масе и већих носивости). Полурастеређена полувратила својим спољним крајем ослањају се на лежај постављен у кућишту погонског моста, слика 2.751.



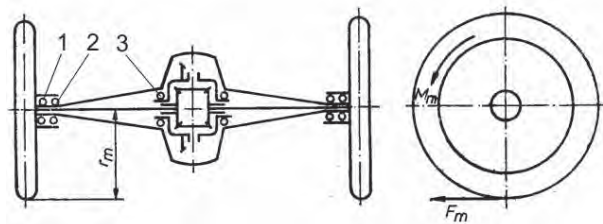
Слика 2.751. Полурастеређено полувратило: 1. и 2. лежаји

Полувратило које је $\frac{3}{4}$ растеређено, за разлику од претходне конструкције, својим спољним крајем ослања се на лежаје постављене између главчине точка и кућишта погонског моста, слика 2.752.



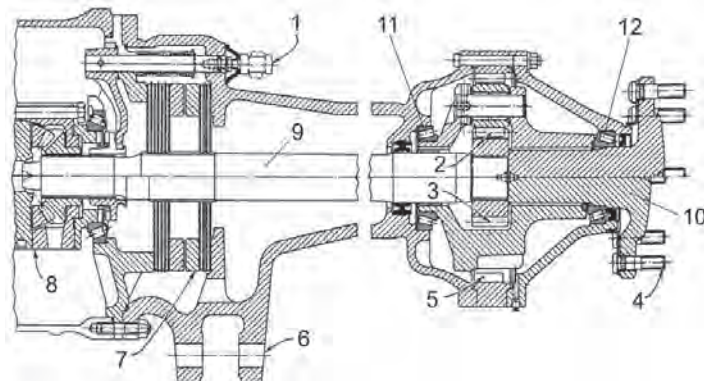
Слика 2.752. $\frac{3}{4}$ растеређено полувратило: 1. и 2. лежаји

Потпуно растеређена погонска полувратила су најсложенија, нарочито у односу на конструкцију главчине, али обезбеђују потпуно растеређење у односу на савијање, слика 2.753.



Слика 2.753. Потпуно растеређено полувратило: 1, 2 и 3. лежаји

Она се изводе са два лежаја на спољњем крају, слика 2.77 (11) и (12), најчешће конични лежаји, који примају све аксијалне силе. Све врсте полувратила са унутрашњим крајем (9), улазе у кућиште диференцијала (8) и ожлебљеном везом се спајају са бочним сунчаним зупчаницима диференцијала.

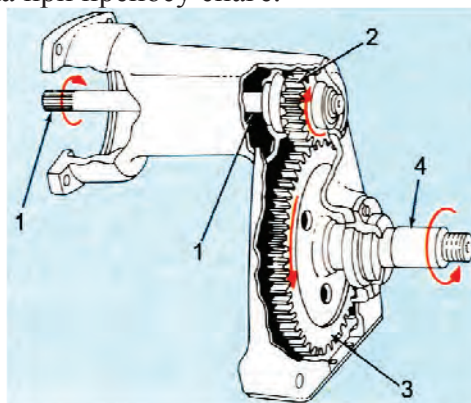


Слика 2.77. Задњи мост са полувратилима: 1. прикључак за полуку блокаде диференцијала; 2. зупчаник планета; 3. зупчаник планета на полувратилу; 4. завртањ за причвршћивање точка; 6. прикључак за уређај за прикључење у 3 тачке; 7. дискосна кочница; 8. диференцијал; 9. полувратило из диференцијала; 10. полувратило точка са прирубницом; 11. и 12. ваљкасти лежаји са косим ваљцима

2.4.6. Завршни пренос - бочни редуктори

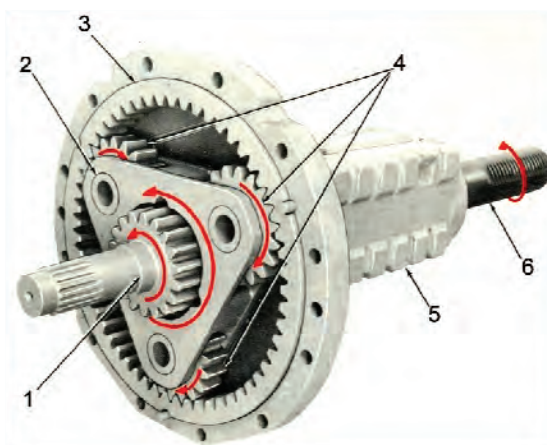
Завршни преносници или тзв. бочни редуктори уграђује се на тракторима са циљем коначног смањења угаоне брзине погонског точка, односно због повећања обртног момента. Најчешће се изводе помоћу цилиндричних зупчаника, чеоно спрегнутих или помоћу планетарних зупчаника.

Када је завршна редукција решена у виду спрегнутих цилиндричних зупчаника, слика 2.78, зупчаник на полувратилу је мањих димензија (2) од зупчаника на вратилу точка (3). Оваква изведба је једноставна, али има недостатке који се огледају у оптерећењу лежаја на које се ослањају полувратило из диференцијала (1) и вратило точка (4). Лежаји вратила су оптерећени због радијалних сила, које се јављају између зупчаника при преносу снаге.



Слика 2.78. Завршни пренос изведен у виду цилиндричних зупчаника: 1. полувратило из диференцијала; 2. мали зупчаник на вратилу из диференцијала; 3. велики зупчаник на полувратилу точка; 4. полувратило точка, Anonim FMO (1991)

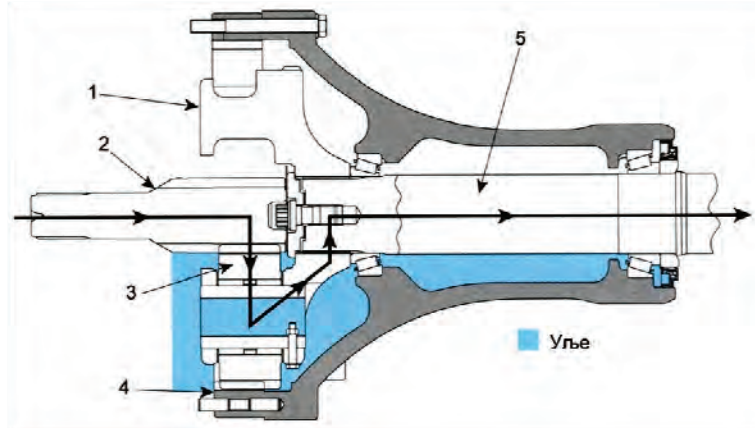
Сви трактори новијих генерација имају уграђене бочне редукторе у виду планетарних преносника, слика 2.79. Полувратило (1) је левим крајем преко ожлебљења везано за бочни сунчани зупчаник диференцијала, а на десном крају има изливен зупчаник који представља сунчани зупчаник планетарне редукције. Полувратило точка (6) је левим крајем везано за носач планетарних зупчаника (2), а на десном крају се налази точак. Назубљени венац (3) је везан са кућиштем задњег погонског моста.



Слика 2.79. Завршни пренос изведен као планетарни зупчаник: 1. полувратило из диференцијала са зупчаником сунце; 2. носач зупчаника планета; 3. назубљени венац; 4. зупчаници планете; 5. кућиште задњег моста; 6. полувратило точка, Anonim FOS (1969)

Окретањем полувратила диференцијала и зупчаника сунце (1), зупчаници „планете“ (4) обрћу се око зупчаника „сунце“ и орећу се по назубљеном венцу (3). Њихово просторно обртање преноси се на њихов носач (2), који је ужлебљен са полувратилом точка (6), тако да се погони полувратило точка и сам точак. Ова конструкција је сложенија, али су лежаји растерећени.

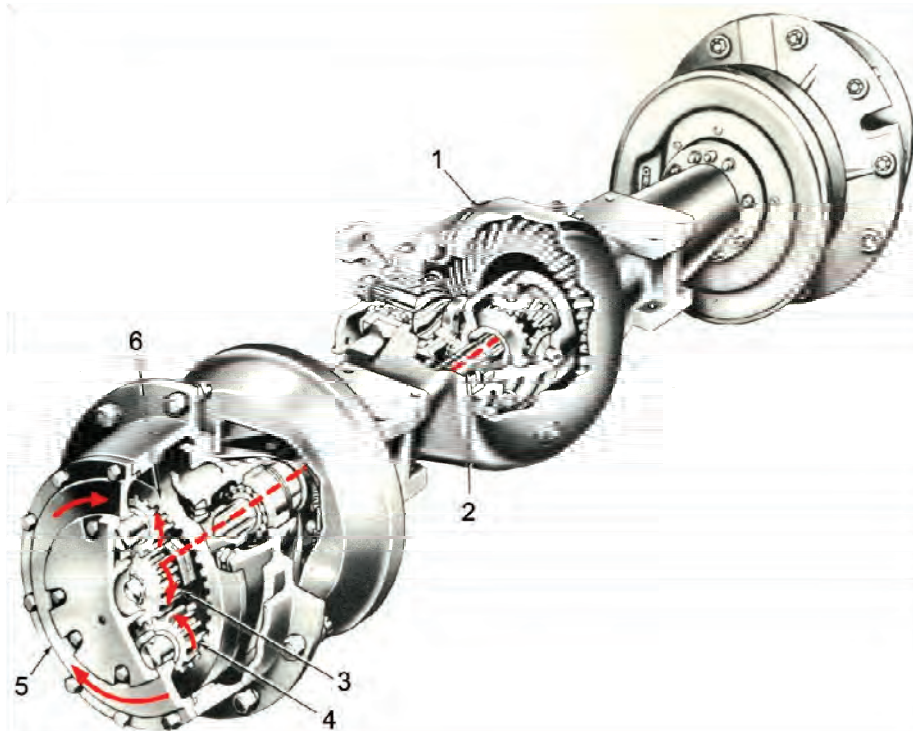
Пренос снаге посредством бочног планетарног редуктора и његов уздужни пресек приказан је на слици 2.80.



Слика 2.80. Завршни пренос изведен као планетарни зупчаник: 1. носач зупчаника планета; 2. полувратило из диференцијала са зупчаником сунце; 3. зупчаник планета; 4. назубљени венац; 5. полувратило точка

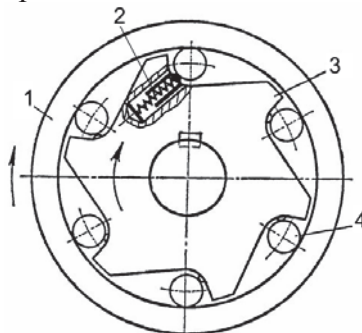
2.4.7. Предњи погонски мост

Код трактора са погоном (4x4)S, сва четири точка су погонска, па такав трактор има много боља вучна својства од трактора са погоном само преко задњих точкова. Готово сви трактори новијих генерација имају погон на сва четири точка. Предњи погонски мост је састављен из следећих делова, слика 2.81: кућишта погонског моста са диференцијалом (1), полувратила са двоструким „кардан-хуковим“ зглобом (с обзиром на то да су предњи точкови истовремено и управљачки) (2) и бочне редукције изведене као планетарни зупчаник, (3, 4 и 6). Окретањем зупчаника сунце (3) погоне се зупчаници планете (4), чији је носач чврсто спојен са кућиштем предњег моста (5). Пошто се носач планета у простору обрће, а у овом случају то је кућиште точка, оно се обрће и погони точак. Назубљени венац (6) чврсто је повезан са кућиштем предњег моста и одвојен од кућишта точка. Конструктивне изведбе елемената који учествују у преносу обртног момента, сличне су елементима задњег погонског моста. Разлика је само у томе што старије конструкције немају блокаду диференцијала на предњом погонском мосту.



Слика 2.81. Предњи погонски мост: 1. кућиште диференцијала; 2. полувратило; 3. зупчаник сунце; 4. зупчаник планета; 5. кућиште предњег точка; 6. назубљени венац, Anonim FOS (1969)

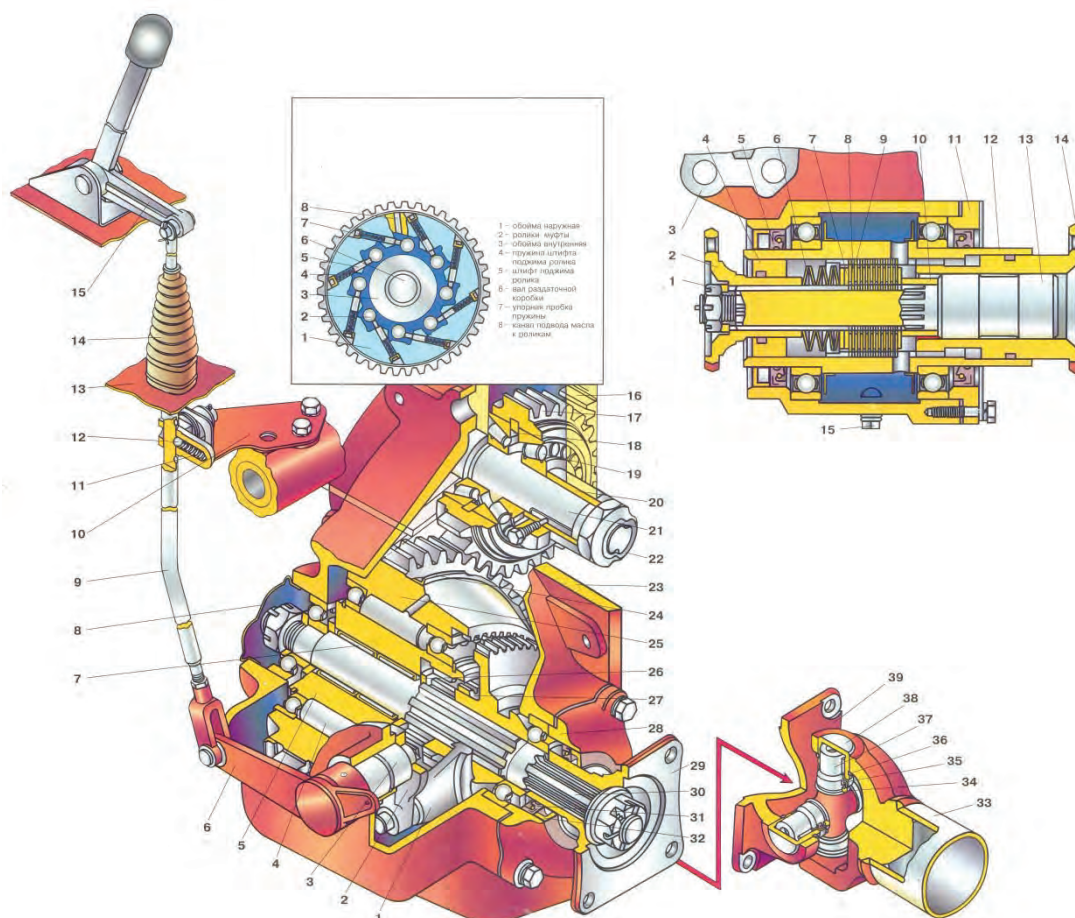
За погон предњег моста снага се изводи из мењача преко зупчаника (1). Код трактора мањих снага, слика 2.82, предњи мост добија погон од карданског вратила (3), укључењем једносмерне спојнице. Спојница се састоји од спољашњег прстена (1) који је спојен са мењачем и задњим точковима, унутрашњег прстена (3) који је спојен са предњим точковима, ваљчића (4) на које делују опруге (2). Однос између предњих и задњих точкова је тако одређен да предњи точкови имају мало већу обимну брзину у односу на задње точкове, због чега се унутрашњи прстен (3) брже окреће од спољашњег (1), због чега ваљчићи (4) упадају у удубљења унутрашњег прстена и сабијају опруге (2). Када задњи точкови почну да проклизавају, обимна брзина спољашњег прстена (1) постане већа од обимне брзине унутрашњег (3) тако да спољашњи прстен за собом повлачи ваљчиће (4) и гура и притиска их на унутрашњи прстен (3). Притискањем ваљчића јавља се трење и спољашњи прстен погони унутрашњи. Када престане проклизавање задњих точкова, опада обимна брзина спољашњег прстена тако да ваљчиће повлачи уназад и ослобађа унутрашњи прстен, тј. прекида се погон предњих точкова.



Слика 2.82. Једносмерна спојница: 1. спољашњи прстен; 2. опруга; 3. унутрашњи прстен; 4. ваљчић

Код трактора MTZ 800/820, 890/892, 900/920 и 950/952 предњи точкови добијају погон од мењача преко зупчаника на излазном вратилу мењача, слика 2.83. У самом уређају за погон постављена је једносмерна спојница коју чини спољни зупчаник, који добија погон од мењача (спољни добош), унутрашњи добош, а између њих се налазе ваљчићи с опругама. Вратило је повезано са предњим точковима и на себи носи назубљену чауру која може да буде узубљена са спољним добошом (принудно укључен погон), с унутрашњим добошом (аутоматски погон) или није у контакту ни са једним добошом (искључен погон). Када се укључи аутоматски погон предњег моста због веће обимне брзине предњих точкова у односу на задње вратило се с унутрашњим добошом окреће брже од спољњег добоша (зупчаника), тако да оно за собом повлачи ваљчиће и растерећују се опруге, што изазива искључен погон. При проклизавању задњих точкова зупчаник се окреће брже од вратила и спољни добош почиње да гура ваљчиће који налажу на унутрашњи добош и предњи мост добија погон. Између уређаја за погон предњег моста и предњег моста постављена је ламеласти сигурносна спојница у којој се налазе ламеле сабијене под дејством тањирастих опруга и потопљене у уљу. У случају преоптерећења долази до проклизавања између ламела и прекида се погон.

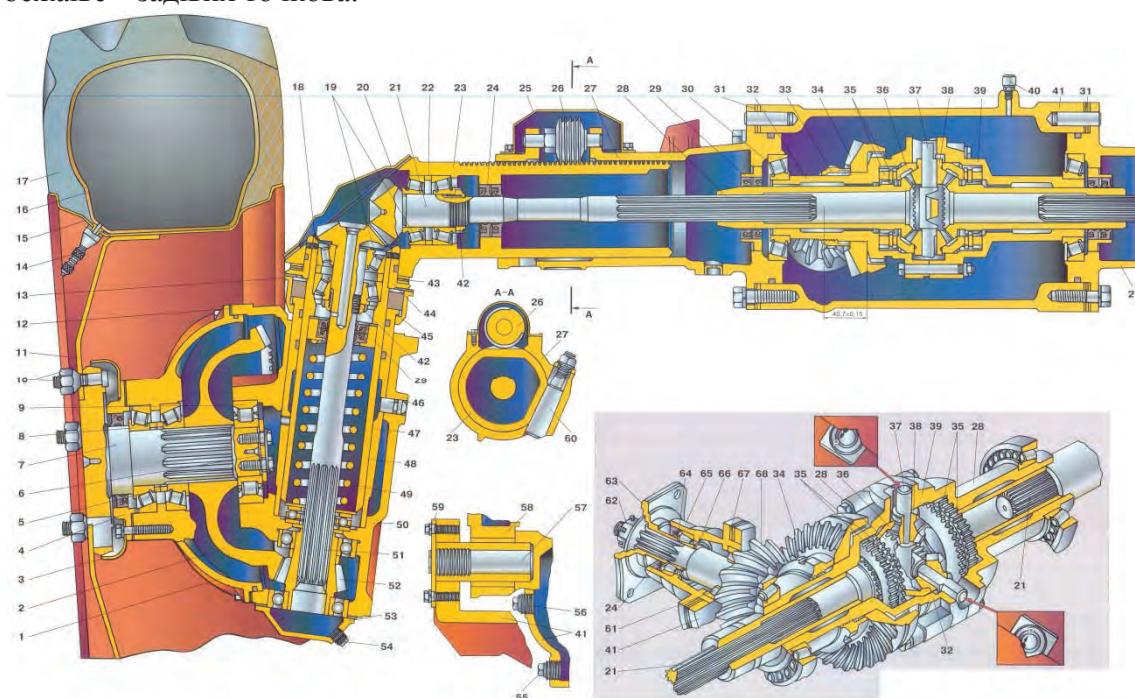
Управљање предњим мостом обавља се помоћу ручице која се налази у кабини трактора. Ручица има три положаја: искључен, укључен аутоматски, укључен принудно. Померањем ручице помера се назубљена чаура на излазном вратилу и одабира жељени режим рада.



Слика 2.83. Уређај за погон предњег погонског моста на тракторима MTZ 800/820, 890/892, 900/920 и 950/952

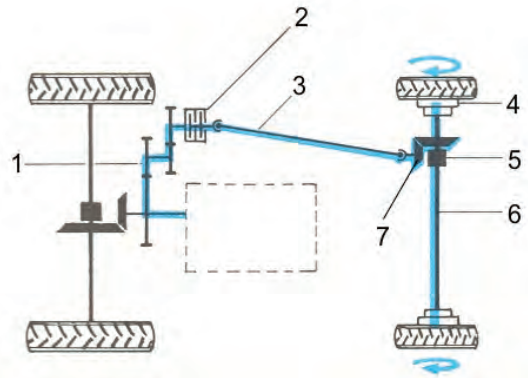
У бочним редукторима предњих точкова у цилиндру вратила који преноси снагу од горњег пара коничних зупчаника на доњи пар коничних зупчаника уграђена је опруга која амортизује промену вертикалног оптерећења, слика 2.84.

За тракторе са погоном на предњим точковима треба правилно одабрати комбинацију предњих и задњих пнеуматика. Коришћење правилне комбинације предњих и задњих пнеуматика обезбеђује максималан експлоатациони квалитет трактора, повећава век трајања пнеуматика и смањује хабање саставних делова погона. Комбинација исхабаних и нових пнеуматика или пнеуматика различитих димензија или динамичких пречника може да доведе до неправилности односа брзина. Однос P/p треба да је у границама од 1,54 (+1,2%) до 1,64 (-4,6%). Знак "+" означава већу брзину "бежање" предњих точкова од дозвољене. Знак "-" означава "бежање" задњих точкова.



Слика 2.84. Пресек погона предњих точкова на предњем мосту код трактора МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952

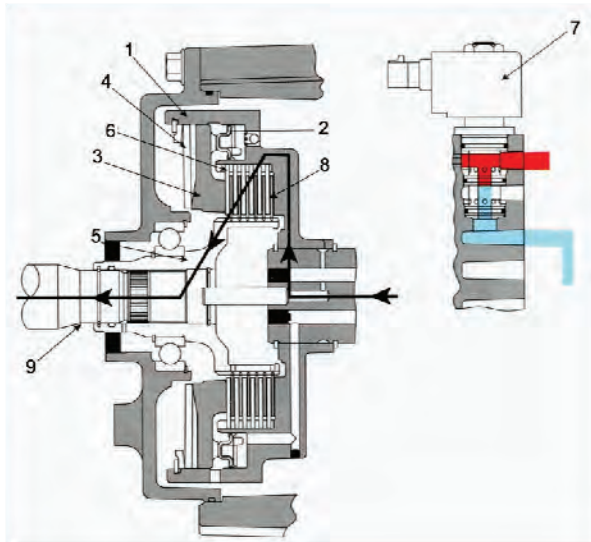
Код трактора савремене конструкције ова спојница је вишеламеласти (2), електронски контролисана и хидраулички управљива, слика 2.85. Спојнице омогућавају да се погон предњег моста искључи, да се аутоматски укључује и да буде стално укључен. Погонски зупчаник (7) преноси погон на диференцијал (5), а он преко полувратила (6) преноси снагу на бочни редуктор (4).



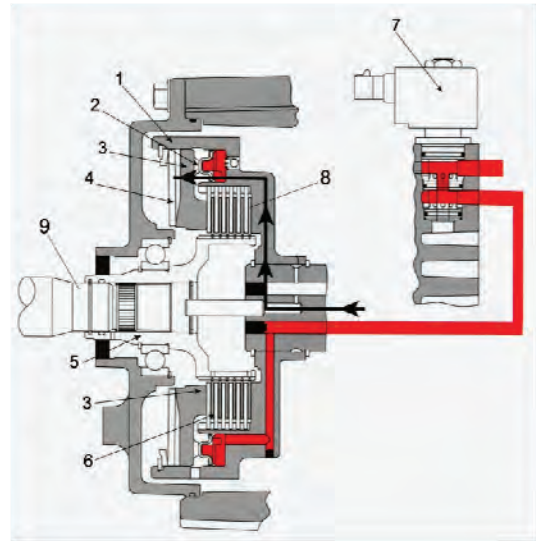
Слика 2.85. Шема погона предњег моста: 1. извод снаге из мењача; 2. вишеламеласта спојница; 3. карданско вратило; 4. завршни пренос у предњем точку; 5. диференцијал; 6. полувратило; 7. Конусно-тањирасти пар, Wenner et al. (1980)

Код трактора „дон дир“, серије 8000, 8010 и 8020 предњи мост је стално укључен под дејством опруге (4) која гура притисни диск (3), слика 2.86. Притисни диск (3) сабија ламеле спољашњег (6) и унутрашњег добоша (8) тако да је спојница укључена. За разлику од претходно описаних вишеламеластих уљних спојница мењача, диференцијала и погона прикључног вратила, код којих се спојница укључује под дејством притиска уља, код спојнице за погон предњег моста ситуација је обрнута и њено укључење се остварује под дејством механичке компоненте, тј. опруге (4). То је урађено да би се хидраулички систем трактора заштитио од удара и вибрација, које се јављају на предњим точковима. Када мотор не ради спојница је укључена, да би се након стартовања спојница аутоматски искључила, слика 2.87. Искључење спојнице настаје због дејствовања уља под притиском на прстенасти клип (2), који гура потисни диск (3) и сабија тањирасту опругу (4). Преко прекидача у кабини бира (електронски) се како ће бити укључен предњи погон (аутоматски, стално укључен или искључен).

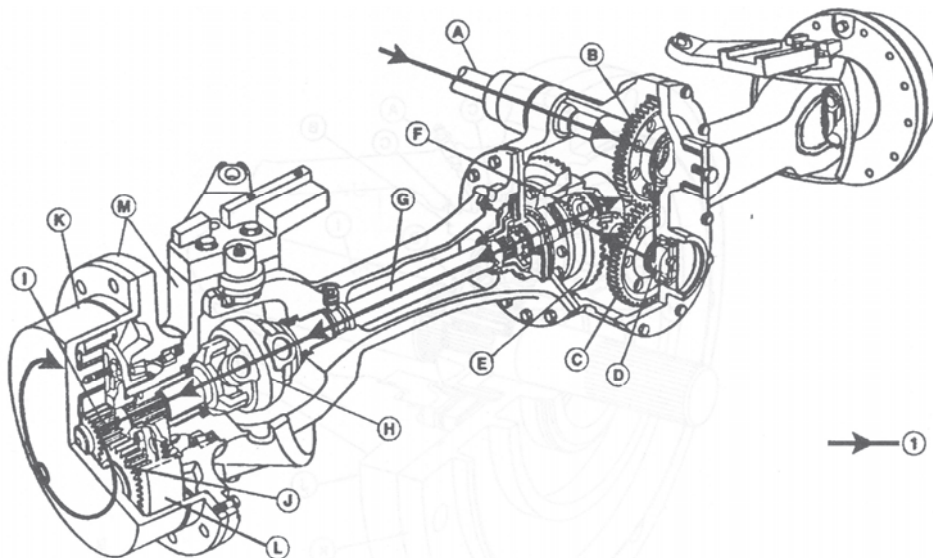
Предњи мост трактора „дон дир“, серије 8020 је механичког типа. Излазно вратило из мењача служи за погон и предњег и задњег моста, слика 2.88. Од излазног вратила директно иде вратило на предњи мост (нема карданског вратила). Вратило преко пара зупчаника са предње стране предњег моста погони конусно-тањирасти пар који се „купа,, у уљу. У диференцијал се сипа хидраулично-трансмисионо уље, а у бочне редукторе трансмисионо уље.



Слика 2.85. Вишеламеласта уљна спојница укључена: 1. спољашњи добош; 2. прстенасти клип; 3. потисни диск; 4. тањираста опруга; 5. унутрашњи добош; 6. ламеле спољашњег добоша; 7. електромагнетни вентил; 8. ламеле унутрашњег добоша; 9. излазно вратило

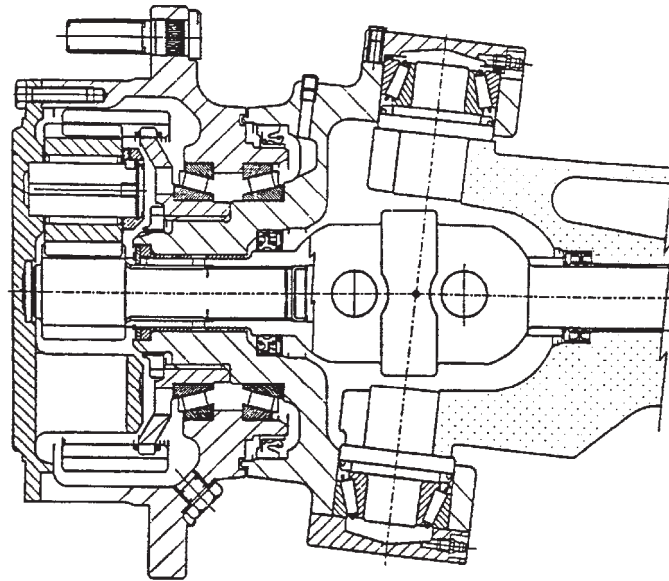


Слика 2.87. Вишеламеласта уљна спојница искључена: 1. спољашњи добош; 2. прстенасти клип; 3. потисни диск; 4. тањираста опруга; 5. унутрашњи добош; 6. ламеле спољашњег добоша; 7. електромагнетни вентил; 8. ламеле унутрашњег добоша; 9. излазно вратило



Слика 2.88. Пресек погона предњег моста трактора „дон дир“, серије 8020

Склоп предњег точка на тракторима „масеј фергусон“, серије 8110, 8200 и 6200 дат је на слици 2.89. Од диференцијала предњег моста обртни момент се преноси преко полуосовине, двоструког карданског зглоба и малог вратила на завршни планетарни пренос. Крај кратког вратила представља „сунчани“ зупчаник по којем се окрећу зупчаници тркачи чврсто спојени са главчином точка. Окретањем ослонаца тркача у простору окреће се и сам точак. Максимално закретање точкава износи 55° .



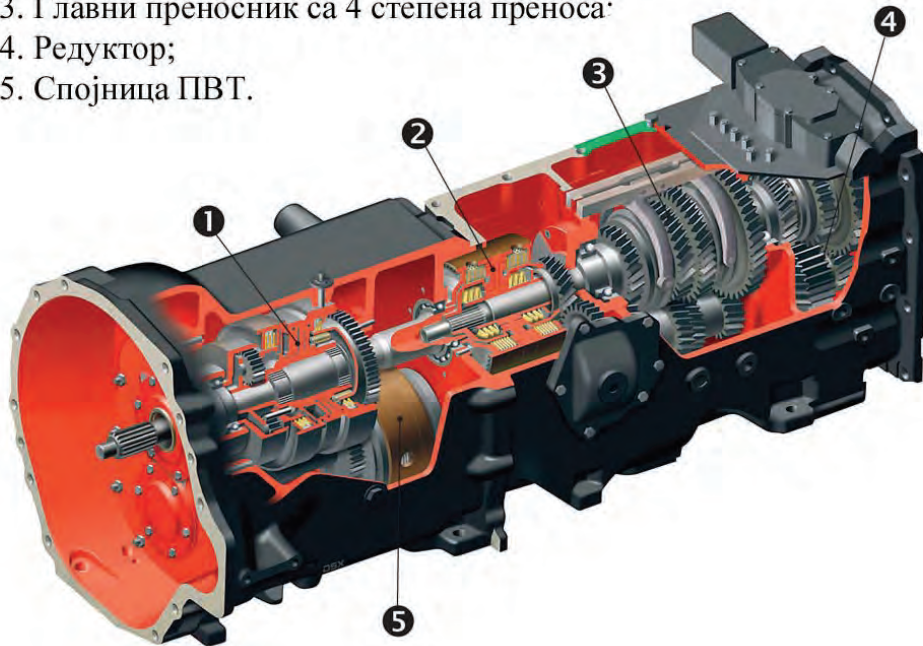
Слика 2.89. Склоп предњег точка трактора „масеј фергусон“ серије 8110, 8200 и 6200

На тракторима серије 8020, као опција, нуди се предњи мост са независним ослањањем предњих точкова, чиме се одржава једнак контакт оба точка на подлогу, тиме смањује проклизавање точкова и повећање радне брзине и учинка при раду. Код серије 8020, као помоћ при кочењу, служи систем „брејк асист“ (Brake Assist), који укључује погон предњег моста када тракториста притисне педале кочница, а трактор се креће брзином изнад 19 km/h. Укључењем предњег моста помаже се кочење трактора, а отпуштањем педала кочнице погон предњег моста се искључује. Неки трактори имају хидростатички погон за предње точкове, односно мотор трактора погони пумпу за уље, која потискује уље у хидромоторе уграђене у предњим точковима. Погон је у односу на механичке изведбе знатно поједностављен, а осим тога на средини предњег моста нема кућишта диференцијала, које знатно смањује пролаз испод предњег моста.

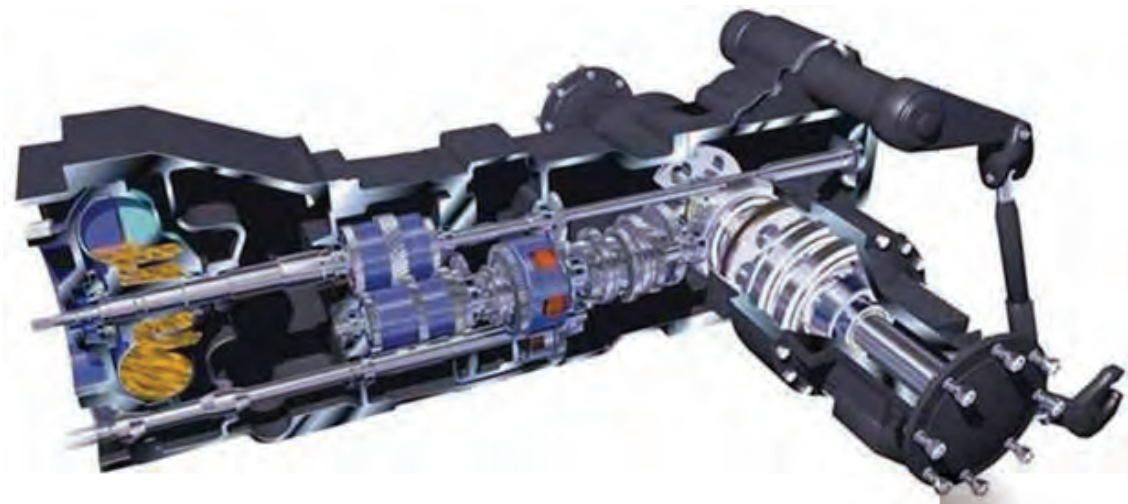
2.5. САВРЕМЕНЕ ТРАНСМИСИЈЕ

На следећим сликама дате су трансмисије савремених трактора.

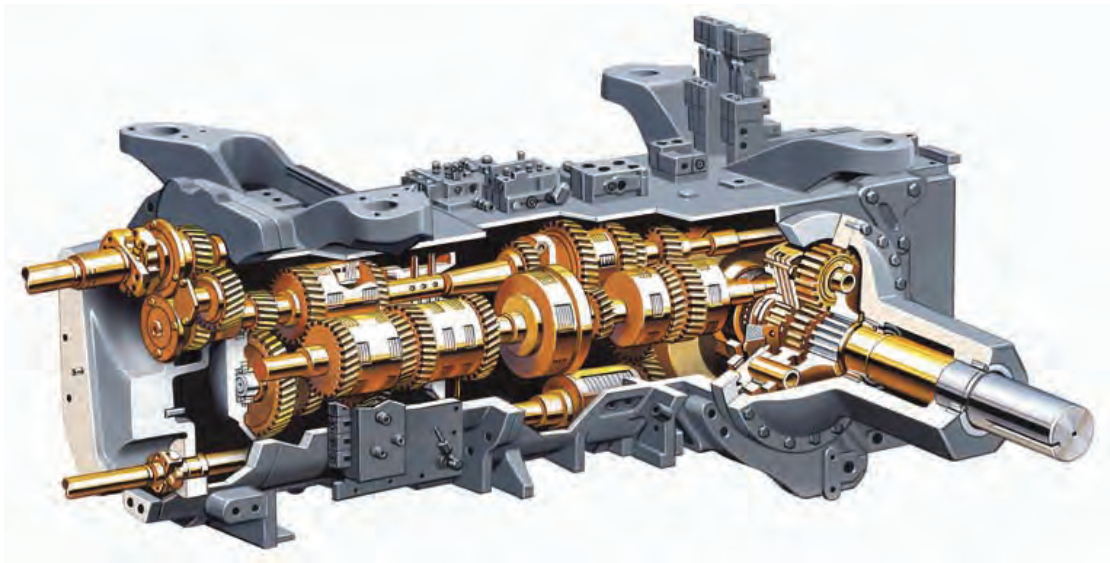
1. Тро-степенни PowerShift;
2. Двострука вишеламеласта спојница (промена смера кретања);
3. Главни преносник са 4 степена преноса;
4. Редуктор;
5. Спојница ПВТ.



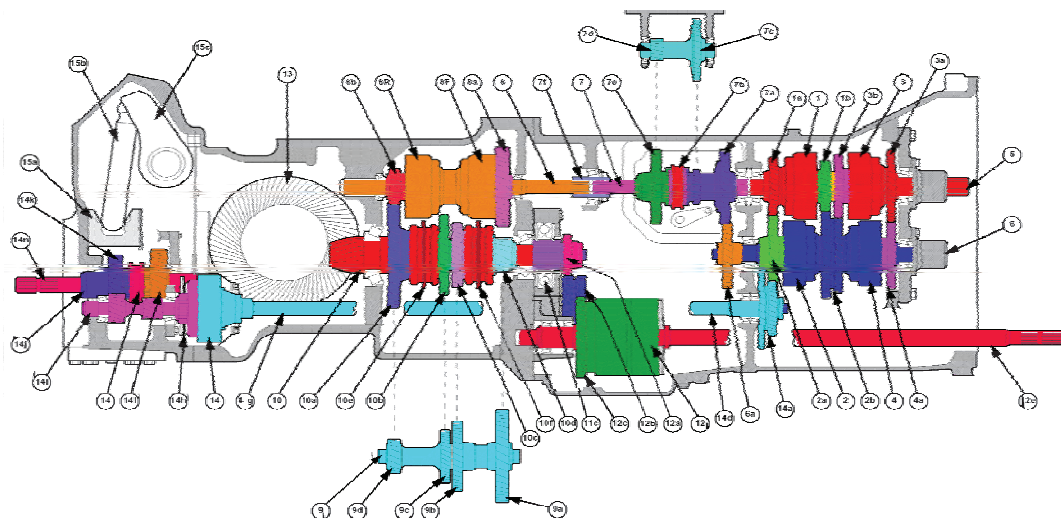
Слика 2.90. Пресек мењача који се уграђује у тракторе „зетор“, серија „проксима паур“ снага од 64,3 до 86,2 kW



Слика 2.91. Трансмисија трактора „дојц“, серије „agrottron“, ZF T7336 PS



Слика 2.92. Трансмисија трактора „кејс“, серије магнум



Слика 2.93. Трансмисија трактора „мекормик“ (McCormick), код серије МТХ

2.6. ОДРЖАВАЊЕ ТРАНСМИСИЈЕ

У мењачку кутију сипа се одговарајуће уље, у којем су потопљени зупчаници. Мењачка кутија треба да буде добро заптивена да из ње не би цурило уље и да у њу не би улазила прашина.

Мењачем треба пажљиво руковати. Пре мењања брзина спојницом треба искључити погон од мотора, затим ручицу померити у правцу ознаке за брзи или спори ход, а потом ручицом мењача успоставити жељени пренос. После укупчавања зупчаника у одређену брзину, педалу спојнице треба лагано ослободити (попуштањем) и додавати гас да трактор лагано крене. Ако се овако поступи, неће долазити до наглог трзања трактора, нити до гашења мотора. На зупцима ће се, при томе, притисак постепено повећавати и неће доћи до оштећења. Наглим пуштањем педале зупци могу да се сломају услед наглог притиска. Ако се ручица мењача под нормалним притиском не помера у жељеном правцу, не треба је присилно гурати, него пронаћи узрок зашто се не помера зупчаник. Мењање брзине код трактора треба обављати када су

зупчаници помоћног и главног вратила у стању мировања. Ако се они налазе у стању кретања, укупчавање зупчаника је отежано, понекад и немогуће, а уз то може доћи и до њиховог оштећења.

У мењачкој кутији треба да буде увек довољна количина уља. Ниво уља у мењачу мора да се контролише сваког дана. Замена уља у мењачу трактора обавља се по упутству о техничком старању.

Спојеву у мењачу треба да буду сигурни и исправни. Ако се зупчаници тешко покрећу и при померању дају отпор или неприродан шум, треба прегледати мењач и установити узрок. Дешава се да зупчаници испадају из брзине. У том случају притегне се опруга која притиска куглицу-осигурач.

Ако из мењача цури уље, треба прегледати да ли су заптивке лежаја добро постављене и да нису случајно оштећене.

2.7. ПРОРАЧУН ОСНОВНИХ ПАРАМЕТАРА ТРАНСМИСИЈЕ

Основни параметри који су овим прорачуном дати су: обртни момент спојнице, обртни момент на погонском точку, на прикључном вратилу, коефицијент корисног дејства, губици у трансмисији до погонских точкава и прикључног вратила.

2.7.1. Обртни момент спојнице и коефицијент сигурности спојнице

Да би се у потпуности пренео обртни момент мотора на трансмисију, не сме да буде проклизавања између ламеле спојнице и замајца. То може да се постигне уколико је момент трења већи од максималног момента мотора. Момент трења назива се обртни момент спојнице (M_s). Обртни момент спојнице израчунава се на основу максималног момента мотора ($M_{e_{\max}}$) и коефицијента сигурности спојнице (η_s), једначина (2.1):

$$M_s = \eta_s \cdot M_{e_{\max}}, \quad (2.1)$$

где је:

M_s - обртни момент спојнице (Nm),

$M_{e_{\max}}$ - максимални момент мотора (Nm) и

η_s - коефицијент сигурности спојнице (-). Уобичајене вредности коефицијента сигурности спојнице су од 1,5 до 2.

2.7.2. Обртни момент на точку и прикључном вратилу

Обртни момент мотора (M_m) предаје се преко трансмисије на погонске точкове. Обртни момент на погонском точку (M_t) може да се изрази једначином (2.2):

$$M_t = M_m \cdot i_{tr} \cdot \eta_{tr}, \quad (2.2)$$

где је:

M_m - обртни момент мотора који се преноси до точка (Nm)

i_{tr} - преносни однос трансмисије до точкава (-)

η_{tr} - коефицијент корисности трансмисије до точкава (-)

Обртни момент мотора (M_m'') предаје се преко одвојене трансмисије до извода прикључног вратила. Обртни момент на прикључном вратилу (M_{pv}) може да се прикаже једначином (2.3):

$$M_{pv} = M_m'' \cdot i_{trpv} \cdot \eta_{trpv}, \quad (2.3)$$

где је:

M_m'' (Nm) - обртни момент мотора који се преноси до прикључног вратила,

i_{trpv} (-) - преносни однос трансмисије до прикључног вратила и

η_{trpv} (-) - коефицијент корисности трансмисије до прикључног вратила.

Код механичких трансмисија, један део снаге мотора губи се у трансмисији до погонских точкова: на трење у лежајевима вратила и између зупчаника мењача; на трење у лежајевима вратила и између зупчаника главног преноса диференцијала; на трење у лежајевима полувратила и између зупчаника завршног преноса.

Услед трења, део снаге се трансформише у топлоту и неповратно губи. Највећи губици јављају се код зупчаника, док су губици на осталим елементима релативно мали. У данашњим механичким преносним механизмима углавном се користе цилиндрични и конични зупчаници. Коефицијент корисног дејства спреге зупчаника за цилиндричне зупчанике износи приближно 0,975, а за коничне зупчанике приближно 0,965 (по пару).

Укупни губици снаге у трансмисији зависе од степена тачности и чистоће тарућих површина елемената, тачности монтаже и степена обраде елемента, од количине и вискозитета мазива.

Губитак снаге у трансмисији мења се у зависности од степена преноса који је укључен, од брзине обртања радилице мотора и величине снаге која се предаје.

За оцену губитака снаге служи коефицијент корисног дејства трансмисије који може да се представи једначином (2.4):

$$\eta_{tr} = \frac{(P_e - P_{trt})}{P_e} = 1 - \frac{P_{trt}}{P_e}, \quad (2.4)$$

где је:

P_e (kW) - ефективна снага мотора и

P_{trt} (kW) - губитак снаге у трансмисији до точкова.

Вредност коефицијента корисног дејства трансмисије може да се добије из производа парцијалних коефицијената корисног дејства спрегнутих елемената трансмисије (2.5):

$$\eta_{tr} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad (2.5)$$

Коефицијент корисног дејства трансмисије до точкова трактора креће се, у зависности од изабраног степена брзине, од 0,8505 до 0,9408. Ову вредност треба прихватити као карактеристичну за тракторе точкаше, односно према овоме, у преносу снаге од мотора до точкова мора да се рачуна са 10% губитака снаге.

Повећањем преносног односа, увећава се сила притиска и сила трења између зуба зупчаника, чиме се смањује степен корисног дејства трансмисије.

Повећањем брзине обртања зупчаника потопљених у мазиво, расту губици снаге утрошене на разбацавање мазива и опада степен корисности преноса. Најбитнији утицај на степен корисности преноса у реалним експлоатационим условима има

вискозитет мазива. У зимским условима, кад се мазиво јако згусне, степен корисног дејства може да се снизи и до 0,5. Повећањем снаге која се преноси на трансмисију, величина губитака се смањује, чиме се повећава степен корисности преноса.

Пренос снаге од мотора до прикључног вратила одвија се преко већег броја различитих машинских елемената и склопова. На сваком елементу или склопу изгуби се део снаге мотора, али у односу на губитке снаге у трансмисији до тачкова, губици снаге до прикључног вратила су мањи. Коефицијент корисног дејства трансмисије до прикључног вратила досеже вредности до 0,975. Уколико у преносу снаге учествује више спрегнутих зупчаника (код трактора који имају више опција нпр. 540 и 1000 o/min), коефицијент има мању вредност. Коефицијент корисног дејства трансмисије до прикључног вратила креће се у вредностима од 0,9 до 0,95. За оцену губитака снаге до прикључног вратила служи коефицијент корисног дејства трансмисије до прикључног вратила који може да се напише једначином (2.6):

$$\eta_{trpv} = \frac{(P_e - P_{trpv})}{P_e} = 1 - \frac{P_{trpv}}{P_e}, \quad (2.6)$$

где је:

P_{trpv} (kW) - губици снаге у трансмисији до прикључног вратила.

Вредност коефицијената корисног дејства трансмисије до прикључног вратила трактора може да се добије из производа парцијалних коефицијената корисног дејства спрегнутих елемената трансмисије до прикључног вратила трактора, једначина (2.7):

$$\eta_{trpv} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n = \prod_{i=1}^n \eta_{ipv} \quad (2.7)$$

Током преноса снаге јављају се следећи губици: део снаге користи се на савладавање отпора котрљања лежајева трансмисије до прикључног вратила; део се искористи на савладавање отпора трења које се јавља између два спрегнута зупчаста пара; део се изгуби клизањем које настаје између фриксионих плоча и дискова ламеластих спојница за укључивање и искључивање и пренос снаге до прикључног вратила, део снаге искористи се на савладавање инерцијалних сила капљица уља које служе за подмазивање зупчастих преносника, а код ламеластих спојница за активирање, подмазивње и хлађење; део се утроши на савладавање инерцијалних сила свих елемената који учествују у преносу снаге; део се изгуби на савладавање отпора уља који се јавља код кретања преносника потопљених у уљу.

На величину губитака утиче велики број фактора који могу да се поделе у неколико група:

- конструктивни фактори - број лежаја, тип лежаја, конструкција вишеламеластих спојница и врста материјала фриксионих површина,
- производни фактори - квалитет израде, одржавање, толеранција, коаксијалности и
- експлоатациони фактори - квалитет мазива и његове карактеристике, одржавање и техничко стање свих елемената који учествују у преносу снаге до прикључног вратила.

2.7.3. Преносни однос трансмисије

Преносни однос дефинише геометријски и кинематски однос два спрегнута преносника. Пошто обртни момент на погонском точку директно зависи од преносног односа исти може да се мења променом степена преноса, јер се на тај начин мења преносни однос.

Преносни однос два спрегнута елемента може да се изрази различитим параметарима (2.8):

$$i = \frac{n_p}{n_g} = \frac{\omega_p}{\omega_g} = \frac{D_g}{D_p} = \frac{Z_g}{Z_p} \quad (2.8)$$

Преносни однос мењача може се изразити као производ преносних односа међусобно спрегнутих зупчаника који учествују у преносу обртног момента (2.9):

$$i = \prod_{i=1}^n i_n, \quad (2.9)$$

где је:

- n_p, n_g (o/min) - учесталост обртања погонског, односно гоњеног зупчаника,
- ω_p, ω_g (1/s) - угаона брзина погонског, односно гоњеног зупчаника,
- D_p, D_g (m) - називни пречник гоњеног, односно погонског зупчаника и
- Z_p, Z_g (-) - број зубаца гоњеног, односно погонског зупчаника.

2.7.4. Структура брзина кретања

Структура брзина кретања може да се изрази користећи аритметички, геометријски, хармонички и рационални ред.

2.7.4.1. Геометријски ред

Геометријским редом структура брзина одређује се као количник геометријске прогресије:

$$q = \sqrt[z]{i_l}, \quad (2.10)$$

где је:

- i_l - преносни однос у првом степену преноса и
- z - број степени преноса.

Код овог реда је једнак степен измене оптерећења мотора, при преласку са једног на други степен преноса.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{F_m}{F_{m-1}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_{m-1}}{V_m} = q = const = \frac{M_{\min}}{M_{\max}} \quad (2.11)$$

2.7.4.2. Аритметички ред

Аритметичким редом структура брзина одређује се као једнак интервал међу вучним силама:

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 + F_m - F_{m-1} &= const = \Delta F \\ F_2 &= F_1 - \Delta F \end{aligned} \quad (2.12)$$

где је:

$$\Delta F = \frac{F_1 - F_m}{m-1} \quad (2.13)$$

Брзина кретања се мења:

$$\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} = \frac{1}{m-1} - \frac{1}{V_m} = const \quad (2.14)$$

При прелазу на виши степен кретања растерећење мотора се повећава.

2.7.4.3. Хармонијски ред

Хармонијским редом структура брзина одређује се као једнак интервал међу брзинама и промени вучне силе:

$$V_2 - V_1 = V_m - V_{m-1} = const = q \cdot V$$

$$\frac{1}{F_2} - \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F_m} - \frac{1}{F_{m-1}} = const = q \cdot F \quad (2.15)$$

Отуда је:

$$F_2 = \frac{F_1}{qF_1 + 1} \quad F_3 = \frac{F_1}{2qF_1 + 1} \quad (2.16)$$

Количник хармонијског реда је:

$$q_F = \frac{F_1 - F_m}{(m-1) \cdot F_1 F_m} \quad q_v = \frac{V_m - V_1}{m-1} \quad (3.16)$$

При преласку на виши степен растерећење мотора се смањује.

2.7.4.4. Рационални ред

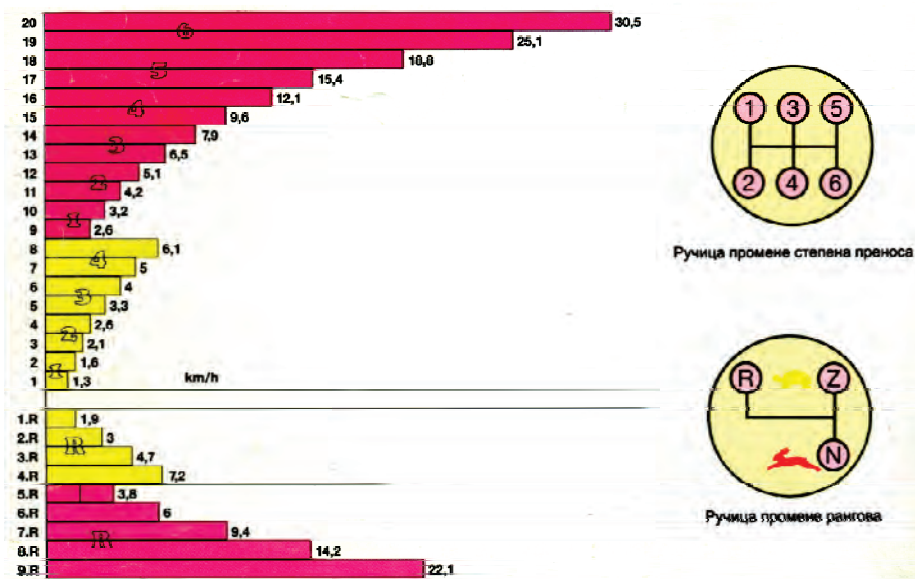
Рационални ред обезбеђује највећу производност. Он се формира на закону вероватноће оптерећења трактора. Ако је хиперболична промена оптерећења онда је најбољи геометријски ред $f(F) = \left(\frac{k}{F}\right)$.

Аритметички ред ако је $f(F) = kF$.

Ако је промена експоненцијална онда је најбољи комбиновани ред.

У савременим тракторима примењен је геометријски ред с убрзаним транспортним брзинама.

На слици 2.94 приказана је структура брзина кретања за трактор Раковица 135 Турбо. Мењач је са стално спрегнутим зупчаницима са 12 степени преноса за ход унапред плус 8 пужних (укупно 20). За ход уназад предвиђено је пет нормалних степени преноса и четири пужна (укупно 9).



Слика 2.94. Структура брзина кретања трактора „раковица“ 135 турбо

2.8. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ СА ТРАНСМИСИЈОМ

Да би се спречило неконтролисано кретање трактора при стартовању мотора, сви трактори поседују неки безбедносни систем чија је основна замисао да трактор не може да стартује у случају да је командна ручица мењачког преносника у неком степену преноса или ако је командна ручица редуктора у брзом или спором ходу. Код домаћих произвођача трактора ИМТ да би мотор трактора могао да се покрене, командна ручица редуктора мора да буде у неутралном положају. Тада је струјно коло за стартовање затворено посредством прекидача. Слично решење поседују и трактори „раковица“. Такође, пре самог стартовања мотора треба обавезно да се погледа да ли има неког у непосредној близини трактора и прикључне машине или приколице, чија безбедност може да буде угрожена.

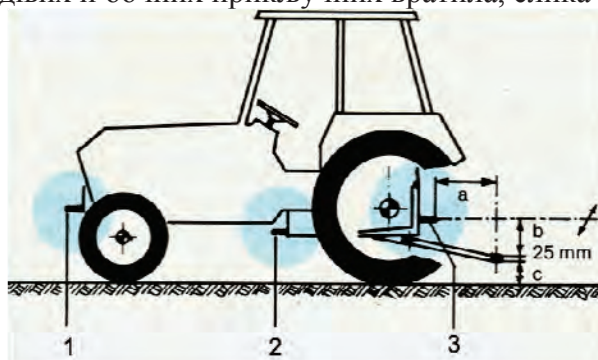
2.9. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Који је задатак трансмисије?
2. Навести основне компоненте трансмисије.
3. Који је задатак спојница?
4. Објаснити функционисање фрикционе и вишеламеласте спојнице.
5. Објаснити конструкцију и предности хидродинамичке спојнице.
6. Који је задатак мењачког преносника?
7. Објаснити функционисање степенстих мењача са прекидом и без прекида тока снаге.
8. Навести предности и објаснити функционисање мењачких преносника са континуалном променом степена преноса.
9. Навести које функције има задњи погонски мост.
10. Објаснити функционисање диференцијала.
11. Које су најчешће конструкције завршног преноса?
12. Објаснити конструкцију предњег погонског моста?

3. УРЕЂАЈИ ЗА ПОГОН ПРИКЉУЧНИХ МАШИНА

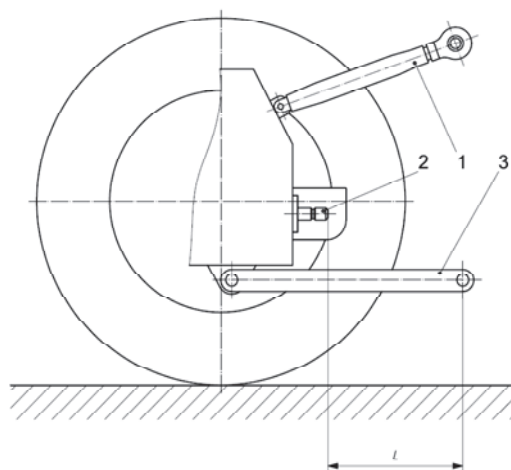
3.1. ПРИКЉУЧНО ВРАТИЛО ТРАКТОРА

Као што је већ раније наглашено, трактор осим вучне функције има и погонску функцију, када један део снаге предаје прикључној машини преко прикључног вратила трактора (ПВТ) и на тај начин погони радне органе прикључне машине, као што су: берачи кукуруза, косачице, фрезе, прскалице, расипачи минералног ђубрива итд. Погон ових машина долази преко карданског вратила, које се прикључује на извод прикључног вратила. Пошто се највећи број прикључних машина прикључује позади трактора, прикључно вратило трактора налази се на задњем мосту трактора, а има изведби и предњих и бочних прикључних вратила, слика 3.1.



Слика 3.1. Положаји прикључног вратила: 1. предње прикључно вратило; 2. бочно прикључно вратило; 3. задње прикључно вратило, Wenner et al. (1980)

Стандард SRPS ISO 730(2014) настао је превођењем енглеске верзије међународног стандарда ISO 730:2009. Стандардом се дефинише положај прикључног вратила на трактору и његове димензије, слика 3.2.



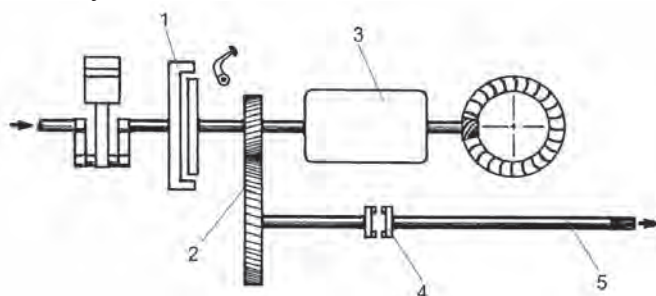
Слика 3.2. Растојање од РТО до доње ослоне тачке: 1. горња плуга; 2. ПВТ; 3. доња полула

3.1.1. Варијанте погона прикључног вратила трактора

Пренос снаге од мотора до извода прикључног вратила може бити изведен на више начина, али се најчешће сусрећу следећа три начина:

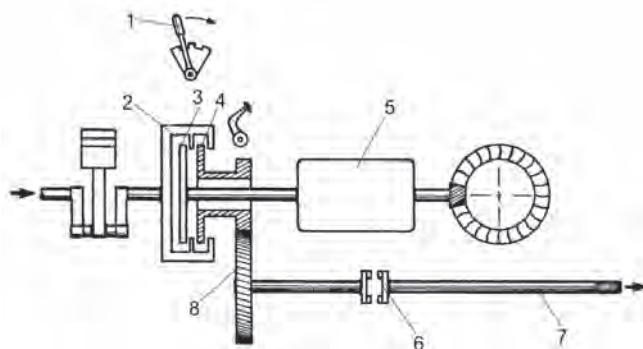
1. директно од мотора преко једноступене спојнице, слика 3.3,
2. директно из мотора преко двоступене спојнице, слика 3.4, и

3. комбиновани начин преноса снаге, директно и индиректно, слика 3.5.
 У прва два случаја, слика 3.3 и 3.4, број обртаја прикључног вратила зависи једино од броја обртаја мотора, а код трећег, слика 3.5, од броја обртаја мотора али и од укључене брзине, односно степена преноса. Код директног погона од једноступене спојнице, слика 3.3, уколико трактор треба да се стане, мора да се искључи главна спојница (1), па прикључно вратило (5) остаје без погона. То је незгодно ако током рада дође до загушења машине, нпр. пресе за сено. У моменту пребацивања спојнице, прикључно вратило, а са њим и радни органи пресе остају без погона, што изазива још веће загушење машине.



Слика 3.3. Погон ПВТ директно од мотора преко једноступене спојнице: 1. једноступена главна спојница; 2. зупчасти пар; 3. мењачки преносник; 4. спојница за укључење ПВТ; 5. прикључно вратило трактора

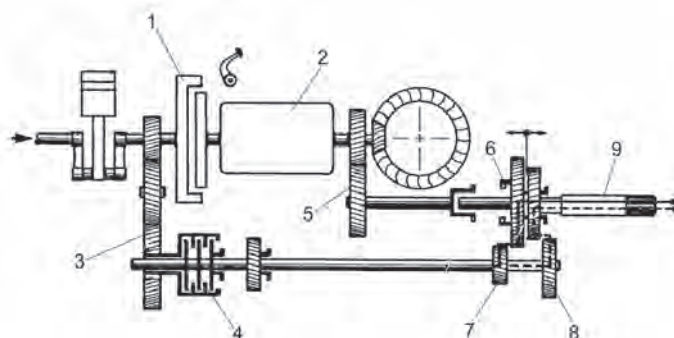
Код директног погона преко двоступене спојнице, слика 3.4, нема таквих проблема. Притиском на педалу двоступене спојнице (2) у првом степену само се искључи ламела (3) за погон мењача и агрегат стане, али ПВТ и радни органи машине и даље раде, пошто ламела (4) остаје укључена. На тај начин цела снага мотора стоји на располагању за погон радних органа машине, па услед повећане снаге у највећем броју случаја долази до одгушења машине.



Слика 3.4. Погон ПВТ директно из мотора преко двоступене спојнице: 1. команда за укључење ПВТ; 2. главна двоступена спојница; 3. ламела спојнице за погон точкова; 4. ламела спојнице за погон ПВТ; 5. мењачки преносник; 6. спојница за укључење ПВТ; 7. прикључно вратило трактора; 8. зупчасти пар

Код савремених трактора, слика 3.5, прикључно вратило може да добије погон директно од мотора преко пара зупчаника (3) који се налазе испред или иза једноступене спојнице (1) и индиректно преко мењача, тако што се преко пара зупчаника (5) одводи део снаге за погон прикључног вратила. За одабир врсте погона користи се зупчата спојница (6), која може да се спрегне са вратилом зупчаника (5) и добије индиректан погон или да се зупчаник на прикључном вратилу (9) спрегне са зупчаником (7) за 540 о/мин или зупчаником (8) за 1.000 о/мин, тако да се добије директан погон. Укључење директног погона ПВТ обавља се преко

вишеламеласте спојнице потопљене у уљу (4). Код индиректног погона прикључно вратило добија погон само кад се трактор креће, док се у случају његовог заустављања и мировања, погон прекида (таква врста погона примењује се код појединих типова грабљи за сакупљање сена, расипача минералног ђубрива ...).



Слика 3.5. Комбиновани начин преноса снаге, директно и индиректно: 1. главна једностепена спојница; 2. мењачки преносник; 3. зупчасти пар; 4. вишеламеласта спојница потопљена у уљу; 5. зупчасти пар у мењачу; 6. спојница за одабирање врсте погона; 7. зупчаник за 540 o/min; 8. зупчаник за 1.000 o/min; 9. прикључно вратило

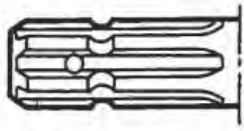
3.1.2. Конструкције прикључног вратила

Према стандардима дефинисано је да се прикључно вратило трактора „паур теик оф“ (ПВТ или енг. РТО - *Power Take Off*) позади трактора ротира у смеру казaljке на сату, гледано од задње стране трактора. Стандардом је, такође, дефинисан положај задњег и предњег прикључног вратила у односу на уздужну симетралу трактора, као и по висини. Ради успешног рада са ПВТ и повећања маневарбилности тракторског агрегата, мора да постоји слободан простор око ПВТ, који омогућава смањење радијуса окретања трактора и олакшава управљање трактором. Због безбедности у раду и заштите руковалаца, произвођач трактора мора да испоручи главни штитиник који мора бити фиксиран на трактору. На пољопривредним тракторима користе се три типа прикључних вратила, слике 3.6, 3.7 и 3.8. Код сабог типа одговарајућим стандардима прописан је називни пречник, број и тип жлебова, број обртаја и максимална снага која може да се пренесе, табела 3.1. Преносни однос до ПВТ је тако изабран да се називни број обртаја не постиже уз номинални број обртаја мотора, него уз снижени, најчешће 75% од номиналног. Први трактори имали су само 540 o/min. Услед повећања снаге мотора трактора и веће потребе за погоном прикључних машина, дошло је до повећања броја обртаја на 1.000 o/min. Свакако да и прикључна машина мора да буде прилагођена овом броју обртаја.

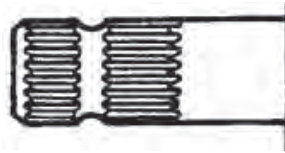
Табела 3.1. Типови прикључног вратила, SRPSISO 500-1: 2016

Тип ПВТ	Називни пречник (mm)	Број и тип жлебова	Називни број обртаја (o/min)	Снаге* (kW)
1	35	6 равних жлебова	540	до 65
2	35	21 еволвентни жлеб	1000	до 130
3	45	20 еволвентних жлебова	1000	до 300

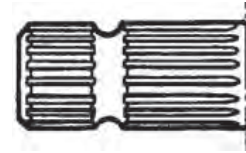
*Одређене у складу са ISO 789-1 и OECD Code 2



Слика 3.6. Тип ПВТ 1



Слика 3.7. Тип ПВТ 2



Слика 3.8. Тип ПВТ 3

Осим наведених називних бројева обртаја ПВТ од 540 и 1.000 на савременим тракторима често се среће и могућност 750 o/min, односно 540E, као и 1.000E „икономик“ (*Economic*). Специфичност оваквог погона огледа се у томе да 540 и 1.000 o/min постижу се при нижим бројевима обртаја мотора у односу на номинални, тако да се остварује економичан погон, али са још увек довољном снагом. Односно трактор не ради са номиналним бројем обртаја мотора 2.000 o/min, него са 1.600 o/min. Овај извод је прилагођен за рад у операцијама које не захтевају номиналну снагу трактора као што је прскање, растурање минералног ђубрива, итд. Смањењем броја обртаја мотора обезбеђује се:

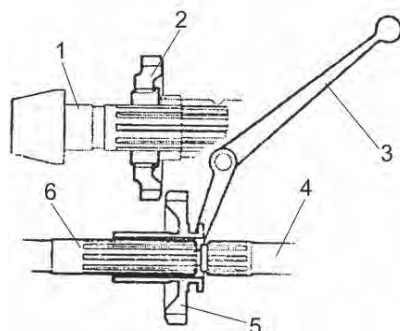
- мања потрошња горива,
- мање загађење околине и
- мања бука и вибрације у кабини трактора.

На тракторе који имају предњи хидраулички уређај, често се уграђује предње прикључно вратило. На предњој страни трактора углавном се примењује вратило са 6 жлебова и 540 o/min. На новијим тракторима већих снага стандардом је дефинисано да предње прикључно вратило мора бити типа 2 (35 mm, 21 жлеб, 1.000 обртаја у минути) ротације у смеру казаљке на сату гледано одспреда у предњи крај трактора. Такође, мора имати штитник и слободан простор око предњег ПВТ-а.

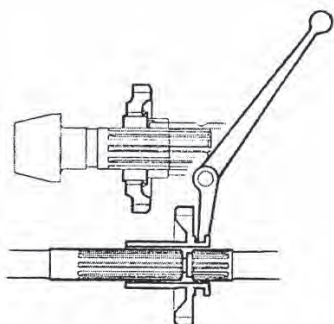
3.1.3. Конструкције преносног механизма до прикључног вратила

Трактор ИМТ 539 има могућност одабирања врсте погона ПВТ-а. Уколико је директан погон стандардни број обртаја је 540 o/min, а пречник ожлебљеног извода ПВТ-а је 34,9 mm (1 3/8", британски стандард). На крају вратила налази се кружни жлеб за фиксирање спојнице карданског вратила прикључне машине. За укључивање и бирање врсте погона ПВТ-а користи се ручица (3), постављена са леве стране кућишта мењача посматрано у правцу кретања трактора, слика 3.9.

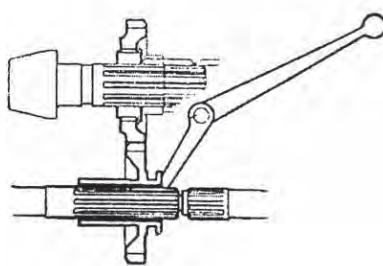
Ручица има три положаја, слика 3.9, 3.10 и 3.11. Повлачењем ручице нагоре у односу на неутралан (средњи) положај, слика 3.10, укључује се директан погон ПВТ-а тако да оно има број обртаја сразмеран броју обртаја мотора. При томе унутрашњи жљебови главчине померљивог зупчаника ПВТ-а (5), спрежу се са задњим делом ексцентарског вратила (4) пумпе хидраулика. Ексцентарско вратило пумпе ради и када је ПВТ искључено. Гурањем ручице надолу, слика 8.16, укључује се ПВТ тако да има број обртаја сразмеран укљученом степену преноса тј. броју обртаја погонских точкова. На тај начин се померљиви зупчаник ПВТ-а (5) помера уназад и спреже са зупчаником (2) за пренос снаге ц излазног вратила мењача на ПВТ. ПВТ се обрне једанпут за сваки 48,3 cm пређеног пута трактора са пнеуматичима димензије 10x28, било да се креће унапред или уназад, с тим да кретањем уназад и ПВТ добија супротан смер обртања.



Слика 3.9. Елементи за одабирање врсте погона код трактора ИМТ 539: 1. излазно вратило мењача; 2. зупчаник за пренос снаге са излазног вратила мењача на ПВТ; 3. ручица; 4. задњи део ексцентарског вратила пумпе хидраулика; 5. зупчаник спојница на ПВТ, 6. прикључно вратило трактора - ПВТ



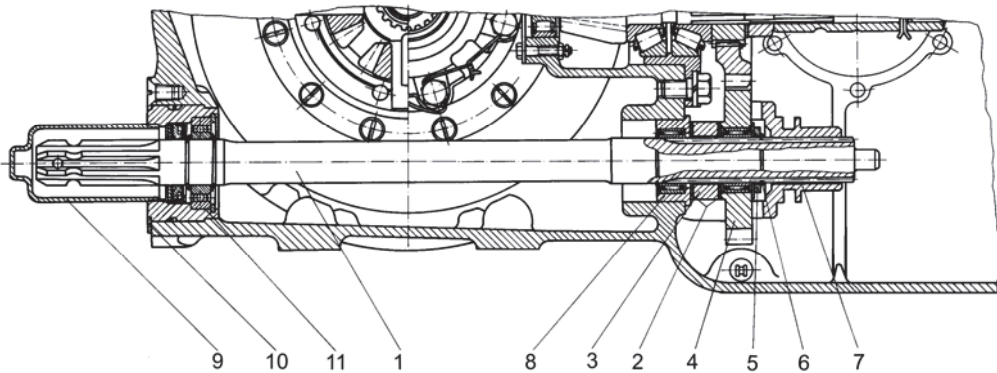
Слика 3.10. Погон ПВТ-а преко мотора



Слика 3.11. Погон ПВТ-а преко мењача

Хидрауличка пумпа и ПВТ добијају погон од задње ламеле двостепене спојнице, преко вратила које се налази у шупљини посредног вратила мењача. На тај начин је постигнуто да пумпа хидраулика и ПВТ добијају погон од мотора, независно од мењача. Педала спојнице при кретању има три хода и то: слободни ход, први степен искључивања, при којем се искључује главни погон и трактор се зауставља, и други степен искључивања при којем се искључује обртање ПВТ-а и погон хидропумпе. Код наведене конструкције, при укључивању погона ПВТ-а преко мењача помера се зупчаник заједно са назубљеном чауром, што има за последицу отежано укључивање с интензивним хабањем зупчаника.

Како би се пратеће појаве елиминисале, ИМТ је на тракторима серије ИМТ 542 и 560 увео одређене измене, слика 3.12. Уместо да се цео зупчаник са назубљеном чауром помера, код ових серија, на ПВТ-у се налази зупчаник са канцама (4) стално узубљен са зупчаником на вратилу погонског зупчаника диференцијала. Зупчаник са канцама није жлебовима везан за ПВТ, него се веза остварује преко игличастог лежаја. Спајање зупчаника и ПВТ-а остварује се померањем ручице за укључивање надоле, која се код тих трактора налази са десне стране кућишта мењача, при чему канцаста спојница (7) долази у захват са зупчаником с канцама (4). На тај начин, ток снаге иде са вратила погонског зупчаника диференцијала преко стално спрегнутог пара зупчаника и преко спојнице на ПВТ (1).

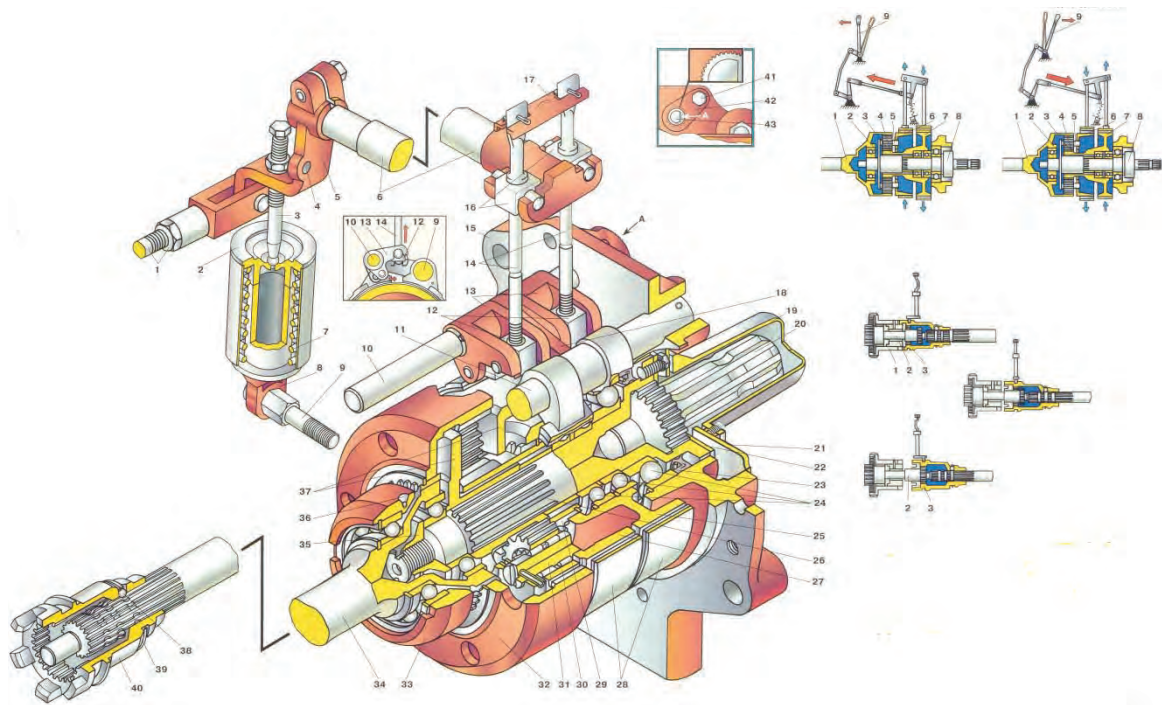


Слика 3.12. Прикључно вратило трактора ИМТ 542 и 560: 1. прикључно вратило; 2. потисна подлошка; 3. одстојник; 4. гоњени зупчаник са канџама; 5. одстојник; 6. ускочник; 7. укључно-искључна спојница ПВТ-а; 8. носач игличастиг лежаја; 9. поклопац; 10. плоча држача ПВТ-а и 11. носач лежаја и заптивач.

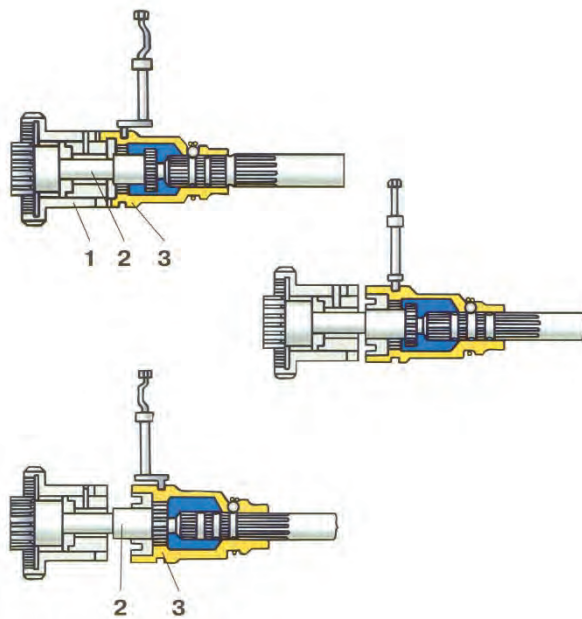
Прикључно вратило на тракторима МТЗ је независно двобрзинско и синхроно, слика 3.13. Број обртаја мотора при независном погону са 540 о/min је 2.081 о/min код трактора 800/820 и 900/920, а 1.632 о/min код трактора 890/892 и 950/952. Број обртаја мотора при независном погону од 1.000 о/min је 2.184 о/min код трактора 800/8200 и 900/920, и 1.673 о/min код трактора 890/892 и 950/952.

Синхрони број обртаја обезбеђује 3,5 о/м пређеног пута. Ручицом која се налази испод седишта руковалаца бира се начин погона задњег прикључног вратила, слика 3.14. Помоћу ручице у кабини укључује се или искључује погон прикључног вратила тако што се управља тракастим кочницама које се налазе на завршном планетарном преносу. Када се искључи прикључно вратило закочи се носач зупчаника тракача који су повезани са изводом тако да они стоје и не окреће се прикључно вратило.

Када се укључи погон из кабине ослободе се зупчници тракачи тако да извод може да се окреће, а блокира се сунчани зупчаник по којем почињу да се окрећу зупчаници тркачи.



Слика 3.13. Задње прикључно вратило MTZ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952



Слика 3.14. Бирање погона прикључног вратила

Полуга за укључивање независног / синхроног погона (1) има три положаја:

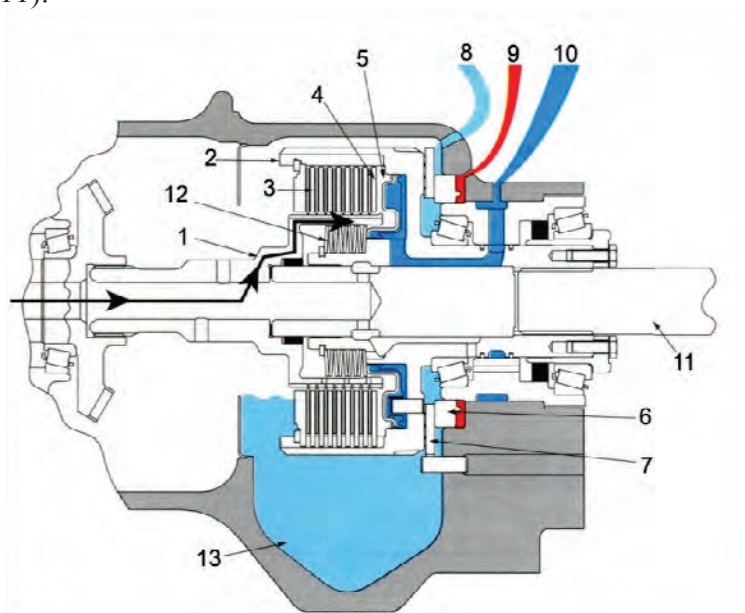
1. "Укључен независни погон" - крајњи десни положај.
2. "Укључен синхрони погон" - крајњи леви положај.
3. "Искључено" - средњи положај.

Укључење синхроног погона постиже се на следећи начин:

- стартује се мотор;
- притисне се до краја педала спојнице и укључи први степен преноса мењача;
- полако отпусти педала спојнице и истовремено окрене полуга за укључивање (1) у крајњи леви положај.

Синхрони погон треба укључивати само на нижим степенима преноса, при минималном броју обртаја празног хода мотора.

Код већине савремених трактора новије генерације, укључивање погона ПВТ-а остварује се преко хидрауличке вишеламеласте спојнице потопљене у уљу, слике 3.15 и 3.16. Из мењача снага се преко улазног вратила (1) предаје унутрашњем добошу и његовим ламелама (3), слика 8.18. Пошто на хидраулички клип спојнице (5) не делује уље под притиском, не постоји трење између ламела унутрашњег добоша (3) и ламела спољашњег добоша (4), тако да спољашњи добош мирује (2). У закоченом стању спољашњи добош (2) држи и кочиони диск (7) на који делује кочиони клип (6) под дејством притиска уља. Ова кочница има задатак да када се искључи погон прикључног вратила она брзо закочи спојницу, како би се спречило прекомерно обртање радних органа прикључне машине, а има и безбедносну улогу у случају несрећа. Спољашњи добош квачила продужује се до излазног погонског вратила ПВТ (11).

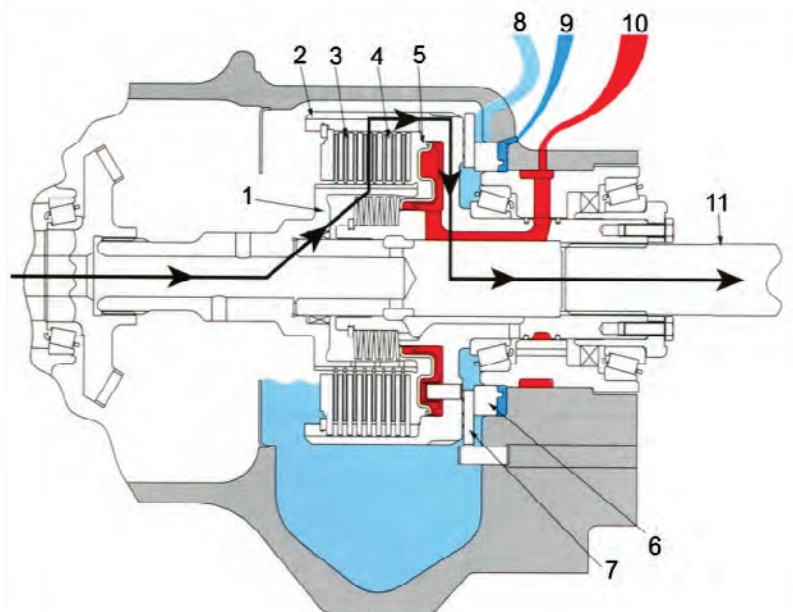


Слика 3.15. Вишеламеласта спојница ПВТ-а код трактора „дон дир“, серије 8000 - искључена: 1. улазно вратило с унутрашњим добошем; 2. спољашњи добош; 3. ламеле унутрашњег добоша; 4. ламеле спољашњег добоша; 5. клип спојнице, 6. клип кочнице, 7. диск кочнице; 8. повратни ток уља ка кућишту задњег моста; 9. ток уља ка кочници; 10. ток уља ка спојници; 11. излазно погонско вратило; 12. опруге; 13. кућиште спојнице

Када се у кабини укључи погон прикључног вратила трактора, уље под притиском је испуштено из клипа кочнице (6) и ослобађа се диск кочнице (7), слика 3.16. Притисак уља из канала 10 делује на клип квачила (5) који сабија ламеле унутрашњег и спољашњег диска (3) и (4), тако да долази до успостављања чврсте везе између улазног и излазног вратила (11) и излазно погонско вратило почиње да се обрће.

После рада ПВТ-а када се спојница искључи, пад притиска уља које је деловало на клип изазива деловање тањирасте опруге (12) на клип (5), тако што га удаљава, што доводи до раздвајања између ламела на добошима. Истог тренутка притисак уља делује на клип кочнице (6), која притиска диск (7) и добош квачила, тако да

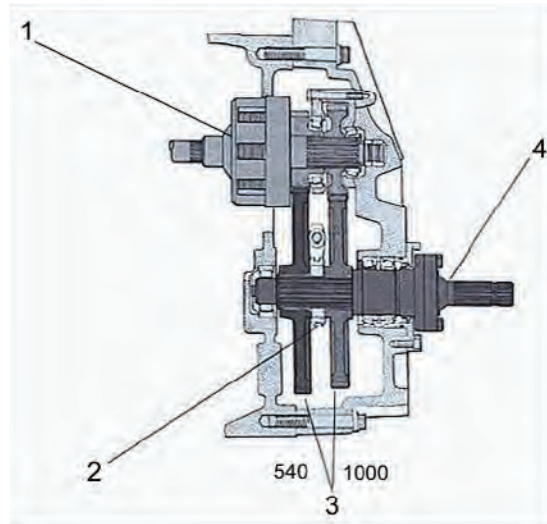
престаје његово ротирање, а самим тим и ротирање излазног вратила. Радно уље за спојницу и кочницу тече из осцилујућег вентила, електронско хидрауличног соленоидног вентила, и кроз канале у кућишту погонске пумпе.



Слика 3.16. Вишеламеласта спојница ПВТ-а код трактора „дон дир“, серије 8000 - укључена: 1. улазно вратило с унутрашњим добошем; 2. спољашњи добош; 3. ламеле унутрашњег добоша; 4. ламеле спољашњег добоша; 5. клип спојнице, 6. клип кочнице, 7. диск кочнице; 8. повратни ток уља ка кућишту задњег моста; 9. ток уља ка кочници; 10. ток уља ка спојници; 11. Излазно погонско вратило ПВТ; 12. опруге; 13. кућиште спојнице

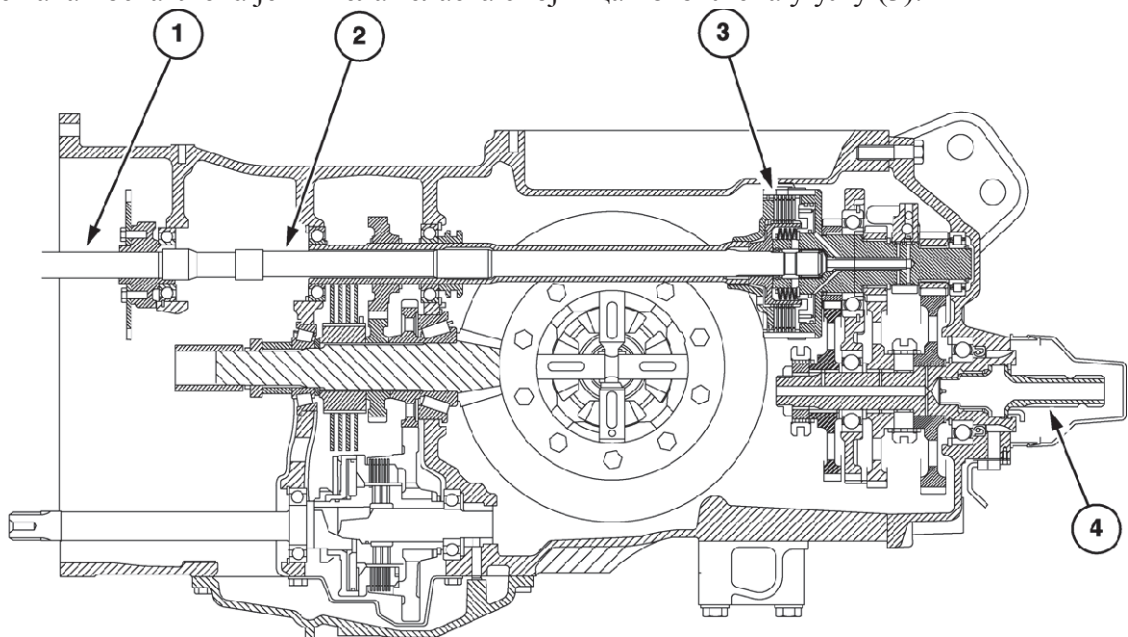
ПВТ се укључује притиском на дугме које је постављено на покретној конзоли седишта возача. Електрично коло за укључивање и управљање ПВТ-ом састоји се од прекидача, постављеног на покретној конзоли седишта возача, соленоидног вентила, ССУ (централне контролне јединице) и АСУ (контролна јединица на покретној конзоли седишта, на наслону за руке). Соленоидни вентил је део електрохидрауличне модуларне опреме и њега укључује и искључује ССУ, који га и електронски модулира када је укључен. Модулација је променљива и заснована на процени да ПВТ постиже пуну снагу. Циљ модуларности је да се обезбеди тихо и мирно укључење ПВТ-а.

Код неких трактора постоји могућност да се ради с оба називна броја обртаја ПВТ. То се решава на различите начине. Једно решење јесте да се угради мењач са два пара зупчаника, слика 3.17. Испред овог мењача постављена је вишеламеласта спојница потопљена у уљу (1). Померањем зупчасте спојнице (2) бира се 540 или 1.000 о/мин. Ово одабирање обавља се док је искључен погон ПВТ. Сам извод (4) завртњевима је преко прирубнице спојен са вратилом које носи зупчанике 540/1.000 о/мин, тако да се може мењати према потреби.



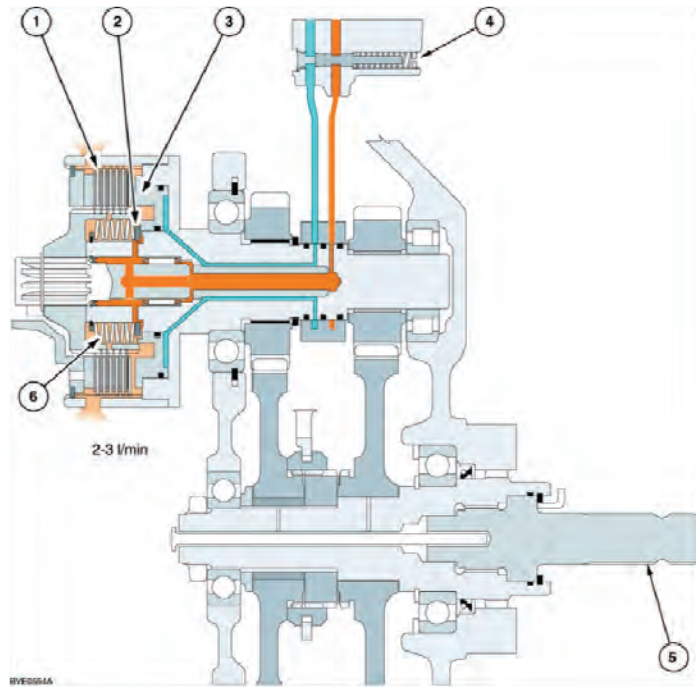
Слика 3.17. Промена броја обртаја код трактора „мек кормик“ (McCormick), серије ZTS: 1. вишеламеласта спојница ПВТ; 2. зупчаста спојница; 3. зупчанице за 540 и 1000 o/min; 4. извод ПВТ

Код трактора „кејс“ исто тако постоји могућност да се ради са два називна броја обртаја ПВТ. Промена броја обртаја обавља се померањем синхрон спојнице, слика 3.18. Померањем синхрон спојнице бира се 540 или 1.000 o/min. Испред овог мењача постављена је вишеламеласта спојница потопљена у уљу (3).



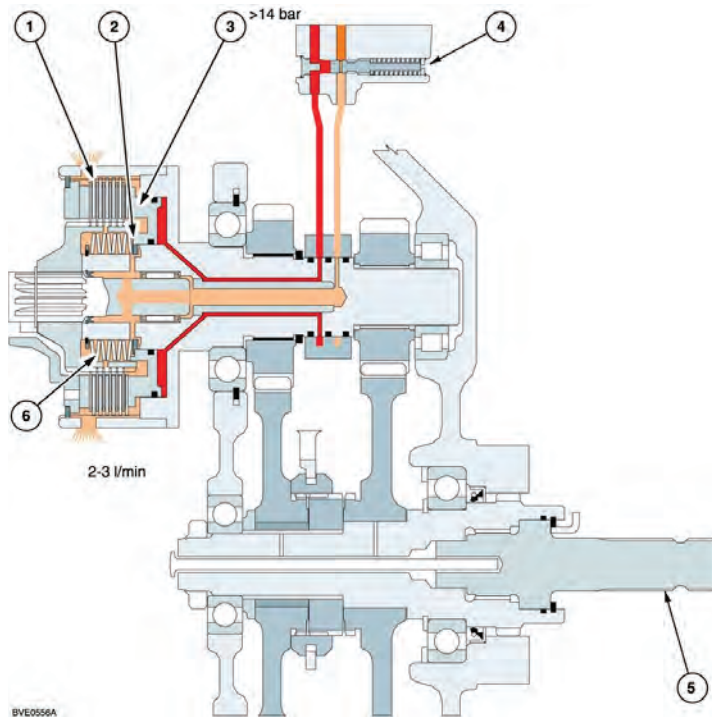
Слика 3.18. Промена броја обртаја код трактора „кејс“, серије магнум

Рад вишеламеласте спојнице потопљене у уљу сличан је раду спојнице код трактора „дон дир“, серије 8020. Када је спојница искључена ламеле су раздвојене, а уље се доводи само за хлађење спојнице, слика 3.19. Прстенасти клип спојнице (3) је померен у почетни положај под дејством тањирастих опруга (6).



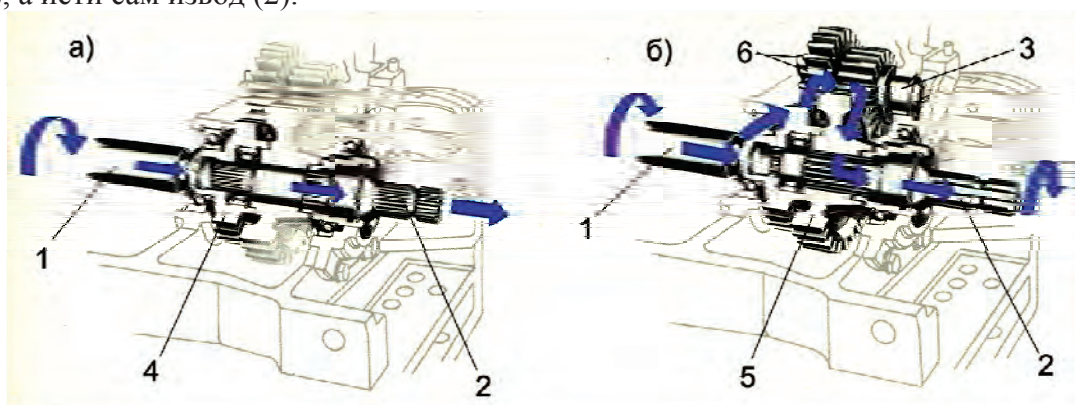
Слика 3.19. Спојница ПВТ искључена: 1. ламеле спојнице; 2. одстојник; 3. прстенасти клип спојнице; 4. разводни вентил; 5. извод прикључног вратила; 6. тањирасте опруге

Када се активира команда за укључење прикључног вратила, помера се разводни вентил (4) и пропушта уље које долази до клипа (3), потискује га према ламелама (1). Клип сабија ламеле и укључује погон извода прикључног вратила (5), слика 3.20.



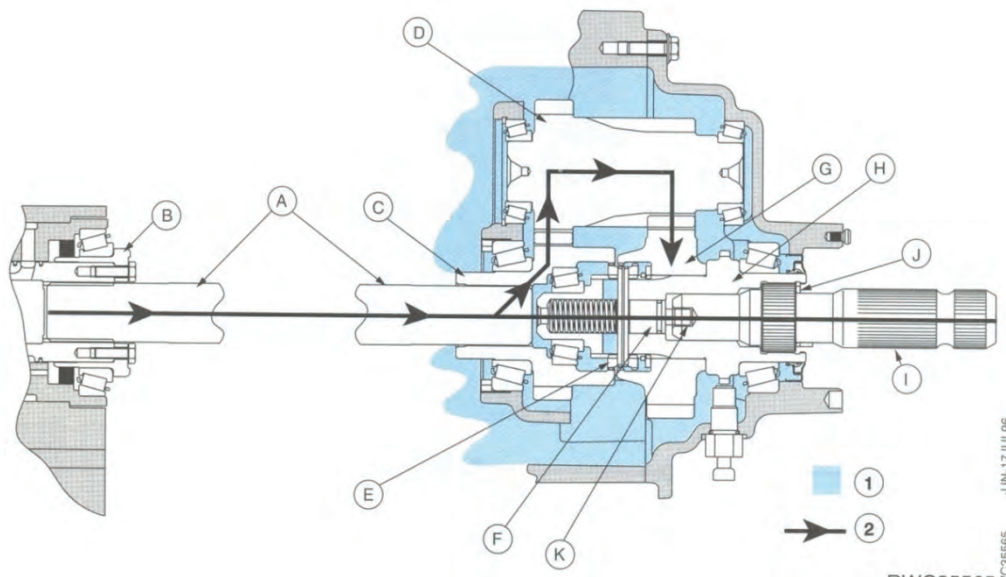
Слика 3.20. Спојница ПВТ потпуно укључена: 1. ламеле спојнице; 2. одстојник; 3. прстенасти клип спојнице; 4. разводни вентил; 5. извод прикључног вратила; 6. тањирасте опруге

Друго решење јесте да се обавља лака замена извода вратила, слика 3.21. Промена броја обртаја извода ПВТ-а одређена је конструктивно, тако што је извод (2) за 1.000 о/min и 21 жлебом на предњем унутрашњем крају ожлебљен, тако да се убацивањем у кућиште ПВТ, узубљује са зупчаником (4) на вратилу (1) и добија се директан погон без редукције броја обртаја, односно 1.000 о/min, слика 3.21а. Уместо извода за 1.000, може да се убаци извод за 540 о/min, са 6 жлебова, слика 3.21б, чији је предњи унутрашњи крај гладак, а средишњи ожлебљен. Преко тих жлебова ужлебљује се са зупчаником (5). На тај начин долази до редукције броја обртаја, пошто се снага са зупчаника (4) на предњем делу прикључног вратила (1) преноси на помоћно вратило (3) и његове зупчанике (6), који опет погоне зупчаник (5), а исти сам извод (2).



Слика 3.21. Погон извода прикључног вратила, а) без редукције 1000 о/min, б) са редукцијом 540 о/min: 1. предњи део прикључног вратила; 2. извод прикључног вратила; 3. помоћно вратило; 4. зупчаник на предњем ПВТ; 5. зупчаник редуктора за извод ПВТ; 6. зупчаници на помоћном вратилу, Anonim FOS (1996)

На тракторима „дон дир“ серије 8000 као стандардне верзије могу бити постављена два различита кућишта извода прикључног вратила с истим пречником, 44,45 mm, истим бројем жлебова, 20, и истим бројем обртаја, 1.000 о/min, слика 3.22 (А, Б). Извод прикључног вратила са пречником 34,33 mm за 1.000 о/min, 21 жлебом и за 540 о/min са 6 жлебова (Ц) може да се угради уместо претходна два извода, тако што се извод уграђује заједно са својим кућиштем. Извод вратила са пречником 34,93 mm предвиђен је за "лаке" машине. Прстен за ограничавање момента (D) служи као осигурач везе, ради заштите прикључних машина од ударних преоптерећења, која могу да настану евентуалним заглављивањем радних органа машине и при преносу максималних снага са трактора на прикључну машину. Прстен је конструисан тако да попусти пре него што се деси штета на вратилу или оруђу. Промена броја обртаја извода П.В. одређена је конструктивно, тако што је извод на једном крају пун, а на другом шупљ. Убацивањем пуног краја у кућиште прикључног вратила, извод потискује полуку зупчасте спојнице (E), која гура зупчасту спојницу (F) и узубљује је са зупчаником помоћног вратила (G). Тада се остварује пренос снаге са 540 о/min. Убацивањем у кућиште П.В. шупљег краја, полука зупчасте спојнице под дејством опруге помера се унапред и улази у шупље вратило, а то кретање прати и зупчаста спојница, која се узубљује с улазним зупчаником (H). Тада се преноси обртни момент са 1.000 о/min прикључног вратила.

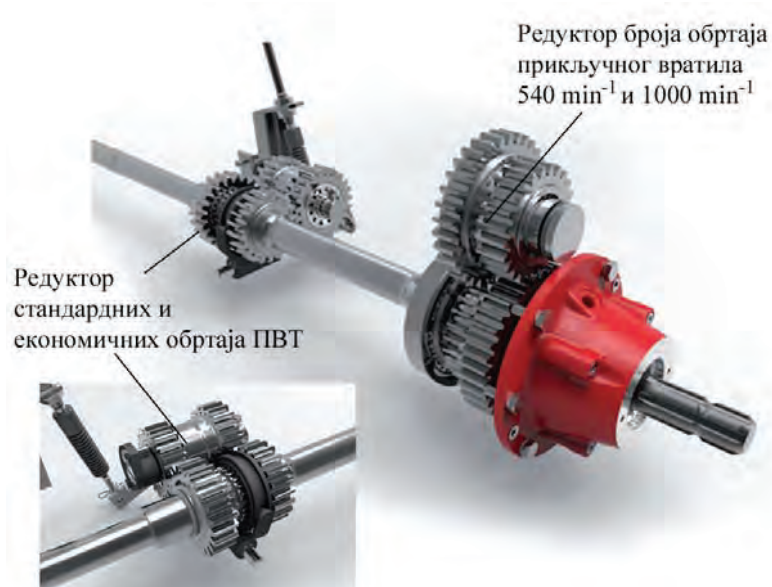


Слика 3.22. Погон извода прикључног вратила код трактора „дон дир“, серије 8020:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| A. Прстен за ограничење момента | F. Назубљени прстен |
| B. Извод за 1.000 o/min | G. Излазни зупчаник за 540 o/min |
| C. Завртањ | H. Улазни зупчаник |
| D. Крај извода | I. Извод прикључног вратила |
| E. Клип за укључење | |

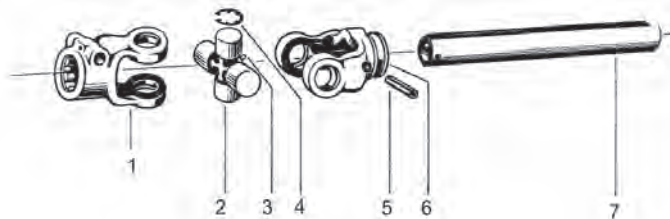
Слична конструкција изведена је и код трактора „зетор фортера“ и „кристала“, слика 3.23. У наведеним моделима избор броја обртаја се бира притиском на тастер у кабини трактора. Да ли ће ПВТ имати задати број обртаја на $2.000 \text{ o/min} (\text{min}^{-1})$ или на $1.500 \text{ o/min} (\text{min}^{-1})$ мотора зависи да ли је у режиму стандард или економик. Режим се бира такође из кабине помоћу ручице.

Тако наведени модели у стандарду имају четири брзине ПВТ и то 540/540Е/1.000/1.000Е. На инструмент табли може да се прати тренутни број обртаја ПВТ-а.



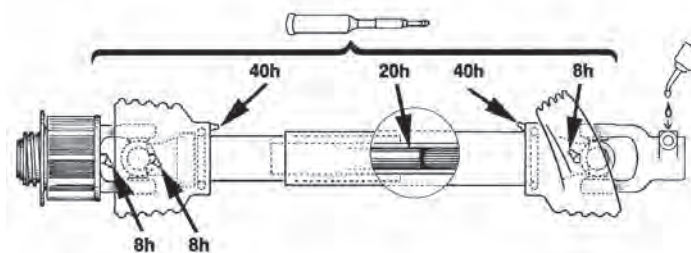
Слика 3.23. Погон ПВТ-а код „зетор фортера“ и „кристала“

Вртила са карданским зглобовима уграђују се у тракторе са погоном на предњи мост и тада преносе снагу из трансмисије за погон предњих точкова. Такође, она служе и за погон прикључних машина и онда се прикључују на извод прикључног вртила трактора, слика 3.24. Карданско вртило састоји се од чељусти (1) и крстасте осовине (2), која улази у чељусти. Измеђи њих налазе се игличасти лежаји, који су осигурани осигурачима (4). Лежаји се подмазују кроз мазалице (3), а производе се и затворени лежаји са самоподмазивањем. Помоћу осигуравајуће чивије (5) чељуст је спојена са телескопским вртилом (7). На слици 14 приказана је само једна половина карданског вртила.



Слика 3.24. Делови карданског вртила: 1. чељусти; 2. крстаста осовина; 3. мазалица; 4. осигурач; 5. осигуравајућа чивија; 7. телескопско вртило

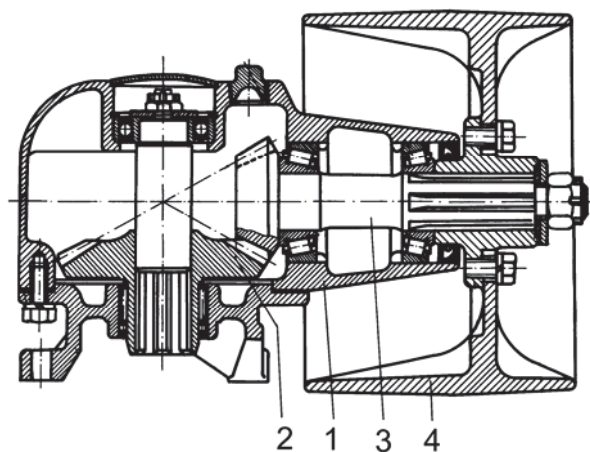
На слици 3.25 приказано је комплетно карданско вртило и места за подмазивање, као и интервали за подмазивање.



Слика 3.25. Одржавање карданског вртила

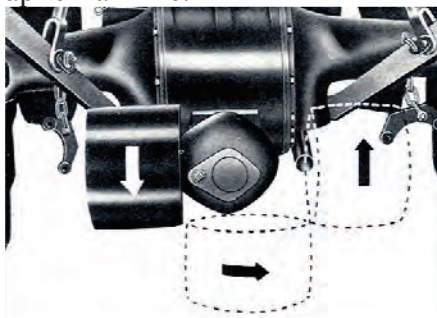
3.2. РЕМЕНИЦА

Ременица је посебни додатни уређај трактора, који служи за погон стационарних машина које се погоне каишем, слика 3.26. Поставља се на задњу страну централног кућишта трактора. Ременица добија погон од прикључног вртила, па се, према томе, пушта у рад и искључује ручицом прикључног вртила. Погон се преноси прикључним вртилом, преко ожлебљења, на погонски конусни зупчаник (2), који погони конусни зупчаник (3). На истом вртилу са зупчаником (3) је и ременица (4), која је за вртило спојена ожлебљењем.



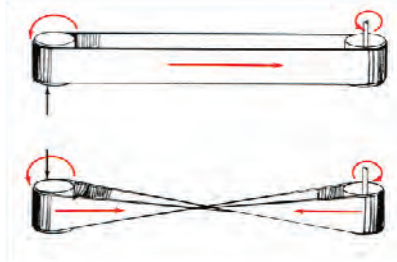
Слика 3.26. Уздужни пресек склопа ременице: 1. кућиште ременице; 2. погонски зупчаник са вратилом; 3. вратило са конусним зупчаником; 4. ременица (каишник)

Ременица може да се постави у три различита положаја, леви, доњи и десни, слика 3.27, у зависности од жељеног смера обртања каиша као и погодности за употребу, односно положаја стационарне машине.



Слика 3.27. Постављање ременице на трактор

Промена смера обртања може да се постигне и заокретањем самог каишног преносника, слика 3.28.



Слика 3.28. Различити смерови обртања гоњене ременице, Anonim FMO (1991)

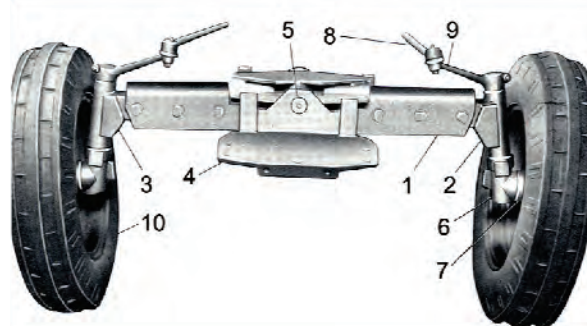
4. ХОДНИ СИСТЕМ

Задатак ходног система јесте да омогући вожњу трактора, затим да омогући промену правца кретања и реализацију вучне силе. На савременим моторним и прикључним возилима највише се користе две основне врсте ходних система: точкови и гусенице.

У току развоја моторних возила јављају се и таква решења код којих се на једном возилу користе и точкови и гусенице. У том случају точкови се обично уграђују на предњи део возила и служе за управљање, а гусенице на задњи део и служе као погонски точак.

4.1. ХОДНИ СИСТЕМ ТРАКТОРА ТОЧКАША

Ходни систем трактора точкаша састоји се од задњих погонских точкова, смештених на задњем мосту и предњих точкова за вожњу и управљање смештених на предњем мосту (предњој осовини). Осем улоге за вожњу и управљање, као што је раније описано предњи точкови у већини случајева служе и за погон. Уколико је трактор само са погоном на задњим точковима, предњи мост је решен у облику осовине, па се зато често назива и предња осовина. На слици 4.1 приказан је предњи мост код трактора ИМТ 542.



Слика 4.1. Склоп предњег моста: 1. средњи носач моста; 2. леви спољни носач моста; 3. десни спољни носач моста; 4. предњи ослонац мотора; 5. осовиница колевке; 6. рукавац са вратилом; 7. главчина предњег точка; 8. спона; 9. раме вратила рукавца; 10. предњи точак

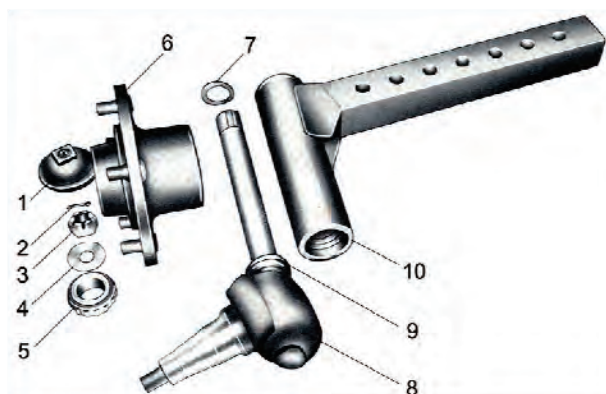
Предњи мост састоји се од средњег носача (1) и два спољна носача моста (2) и (3). Колевка, заварена за средњи носач, клати се око осовинице (5) уграђене у предњи ослонац мотора (4). Спољни носачи моста могу да се вежу завртњевима за средњи носач у алтернативним положајима, чиме се пружа могућност подешавања размака трага точкова.

Задатак точка је да омогући развој вучних сила и заштиту земљишта. Точкови као ходни системи на возилу имају основни задатак да приме и пренесу на подлогу целокупну тежину возила и да омогуће кретање и маневрисање возила. Осим тога, савремени точкови возила пригушују ударе.

Точак се састоји из два основна склопа: самог точка (у ужем смислу) и пнеуматика. Пнеуматик се ослања (спаја) на точак преко његовог наплатка, због чега треба да су један другом конструкцијски прилагођени. Сваки точак се састоји из три основна дела: наплатка, средњег спојног дела и главчине.

У вертикалне проврте спољњег носача моста (10), слика 4.2, слободно су утакнути вертикални рукавци с осовиницом (8), а на хоризонталном делу рукавца посредством лежаја (5) постављене су главчине точкова (6). Помоћу крунасте

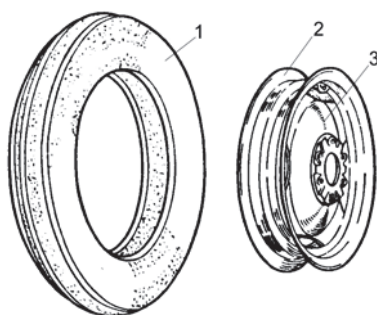
навртке (3) цео склоп се склапа и поништава зазор у лежајима. Одвртање крунасте навртке (3) не дозвољава расцепка (2), која је уметнута у отвор рукаваца. Задатак капе главчине (1) јесте да спречи улазак нечистоћа у склоп.



Слика 4.2. Склоп спољњег носача моста и главчине трактора ИМТ 542: 1. капа главчине; 2. расцепка; 3. крунаста навртка; 4. подлошка са носем; 5. конусно ваљкасти лежај; 6. главчина предњег точка; 7. заптивач; 8. рукавац с осовиницом; 9. куглични лежај; 10. спољни носач моста

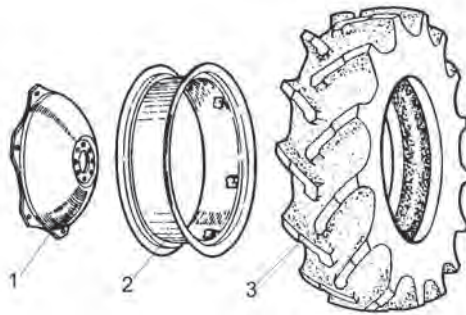
4.1.1. Елементи точкова

Предњи точкови састоје се од главчине, диска са наплатком и пнеуматика, слика 4.3. Код предњег точка диск и наплатак могу а и не морају да буду спојени заваром, као што је то код трактора ИМТ 539. Пошто предњи точкови не служе за погон, него само за вожњу и управљање, пнеуматик има глатку равну површину с уздужно постављеним прстеновима или са плитко изведеним ребрима. Уздужно постављени прстенови имају задатак да спрече бочно заношење предњег краја трактора на клизавом терену и када је предњи мост трактора растерећен при транспортовању тешких ношених машина. Контакт између подлоге и пнеуматика на тврдом земљишту обавља се посредством уздужно постављених прстенова. Контактна површина је мала, па су мале и силе трења у њиховом контакту и закретање точкова је лакше.



Слика 4.3. Пнеуматик и наплатак са диском предњег точка: 1. пнеуматик; 2. наплатак; 3. диск

Задњи погонски точак, као и предњи, састоји се од диска, наплатка и пнеуматика, с том разликом што се веза између диска и наплатка остварује завртњевима, слика 4.4.



Слика 4.4. Пнеуматик, наплатак и диск задњег точка трактора ИМТ 539: 1. диск; 2. наплатак; 3. пнеуматик

Пошто точак, осим за вожњу, служи и за реализацију вучне силе, пнеуматик на својој спољашњој површини има изражена ребра. Угао ових ребара може да буде од 23° до 45° у односу на попречну осу точка.

Као и код предњих тако и код задњих точкова диск се израђује пресовањем од челичног лима. У њему се праве отвори за олакшање и обезбеђење вентилације за ваздушно хлађење кочница.

Точкови, а посебно њихови наплаци су тема националних и међународних стандарда, којима се утврђују димензије наплатака, као и елемената (нпр, отвора) за спајање са главчином.

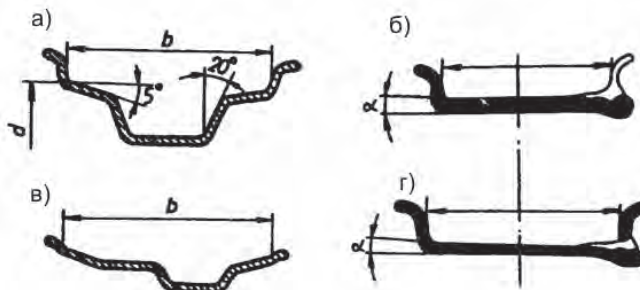
На точковима пољопривредних трактора користе се следеће изведбе наплатака, слике 4.5 и 4.6:

- наплатак са дубоком коритастом постелицом на који се стављају гуме са нормалном основом, слика 4.5а. Ова изведба се користи за предње точкове трактора.
- наплатак са широком постелицом, за гуме са широком основом, слика 4.5б и 54.г, користе се за задње погонске точкове трактора.

Наплатак са широком постелицом је заправо наплатак са дубоком постелицом у којем је корито знатно проширено. На нормалним точковима висина обруча гуме је приближно једнака ширини, док је на гумама са широком основом ширина већа од висине.

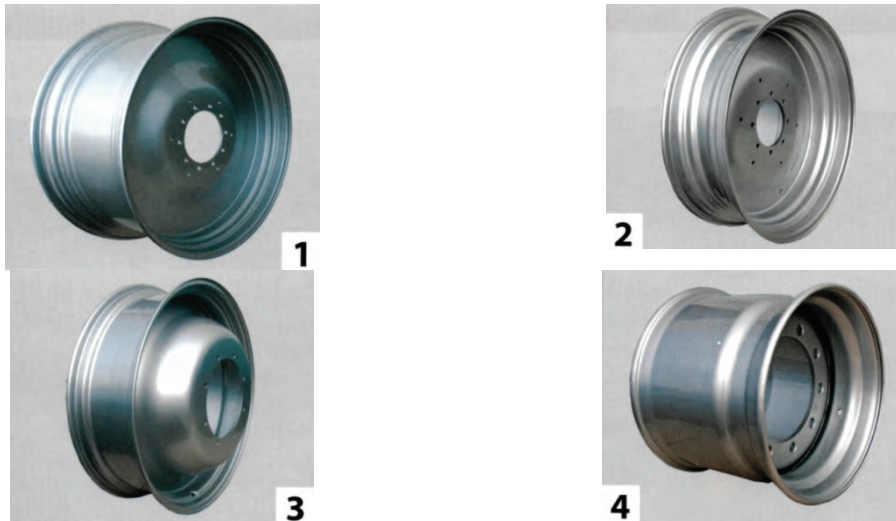
Наплаци могу да се деле и на: симетричне, слика 4.5а, и асиметрични, слика 4.5в.

За пнеуматике већих димензија и већих крутости каркасе (већих носивости) користе се раздвојиви наплаци, како би се омогућило релативно једноставно постављање и скидање пнеуматика на, односно са наплатака.



Слика 4.5. Врсте наплатака: а) са дубоком коритастом постелицом; б) са широком постелицом; в) асиметрични наплатак; г) са широком постелицом

На слици 4.6 приказани су наплаци за различите намене.



Слика 4.6. Врсте наплатака фирме „Грасдорф“ (Grasdorf): 1. са широком постелицом за стандардни точак; 2. са дубоком коритастом постелицом за уски точак; б) са широком постелицом за возила са широким трагом точкова; 4. асиметрични са широком постелицом за возила са великом брзином кретања

Саставни део точка је пнеуматик, који се производи од гуме. Гуму су уствари открили освајачи новог континента Средње и Јужне Америке. Гума се добијала из прашумског дрвета, цеђењем сока који су домороци називали "cahuchu", а европљани касније дали општи назив "гума".

Главне особине те сировине су: лепљивост, приањање, непромочивост и отпорност на хабање. Прва научна истраживања о гуми обављали су Французи Condamine i Fresnau 1735. године. Након њихових истраживања у Европу је почела да стиже гума као сировина. Затим су почеле да се граде и прве фабрике за производњу гумених предмета у Европи и Америци. Случајно долази до открића поступка, који је данас познат под називом "вулканизација". То је поступак загревања мешавине гуме и сумпорног праха на температури 150 до 160 °С, при чему се добија гума одговарајуће тврдоће, у зависности од интензитета загревања. Поступак је убрзо почео да се примењује за добијање гума тадашњих возила.

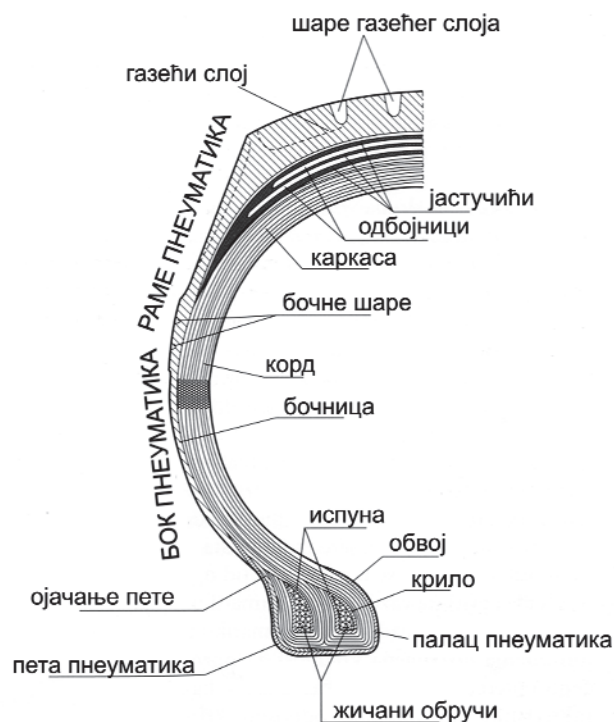
Хемијски састав гуме одредио је Faradeј 1826. године. То је једињење угљеника (С) и водоника (Н), које се назива угљоводоник. Гума је осетљива на температуру и раствара се јаче или слабије у раствору угљоводоника и њихових деривата као што су: бензол, бензил, хлороформ, петролеј, нафта, терпентин, итд. Мешана са специјалним материјама тзв. пластификаторима и омекшивачима (минерална уља, масне киселине, восак и катран) гума повећава своју пластичност и добија у компактности. Долази и до проналаска процеса ваљања каучука на топло тзв. "мастификација" или пластификација помоћу ваљака – каландера који смањују њену природну жилавост до жељене пластичности, тако да постаје отпорна на деформације. Затим следе и друга открића потребна за развој савремене моторизације.

Тракторски пнеуматик треба да испуни следеће захтеве:

1. да има способност ношења терета:
 - вертикалног: тежина, баласт и вертикалне компоненте сила прикључних машина
 - уздужног: сила вуче и кочења
 - бочног: бочне силе због дејства нагиба или центрифугалних сила

2. да се самочисти: одстрањивање земљишта између ребара,
3. да остварује мали притисак на земљиште и мало гажење,
4. да поседује еластичност и способно пригушења вибрација и
5. да се мало хаба, има дуг радни век и отпорност на оштре предмете.

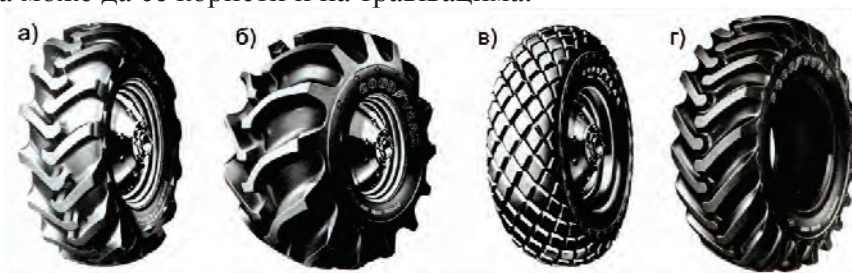
Да би ове захтеве испунио, конструисању и изради пнеуматика посвећује се посебна пажња. Пнеуматик може да се састоји из два дела, спољњег пнеуматика или обруча и унутрашњег пнеуматика (гуме) или само од спољњег пнеуматика. Главни носећи део пнеуматика је каркаса, која се састоји од више слојева корда (израђеног од памука или неке пластичне масе – најлон, рајон итд.), слика 4.7. У доњем делу каркаса уметнути су жичани обручи, који учвршћују пету, јер се преко ње реакција земљишта преноси на наплатак. Пнеуматик налаже на подлогу (земљиште) својим газећим слојем са шарама, које су код задњих пнеуматика изведени у облику ребара. Тракторски пнеуматици карактеришу се чврстим бочним странама пошто током вожње и пропадања у меку земљу или кретања на неравном путу на њих делују и бочне силе.



Слика 4.7. Пресек пнеуматика, Петровић (1997)

Пнеуматици задњих погонских точкова имају ребра, помоћу којих се точкови добро хватају за меку подлогу оранице или пољског земљаног пута, па трактор тако добро вуче и точкови мање клизају. У зависности од намене трактора облик и распоред ребара може да буде различит, слика 4.8. За рад на ораници задњи пнеуматици су отвореног профила, слика 4.8б, односно ребра се не састају у средини. Због тога током рада на влажном терену пнеуматик се боље чисти од земље, јер у средини нема чепова у којима би заостајала земља. Међутим, ови пнеуматици се брзо хабају на тврдој подлози и асфалу. Трактор који се користи у транспорту или грађевинарству треба да је опремљен пнеуматичима чија ребра имају ојачања у средини, слика 4.8г, или су ребра спојена у средини. Циљ продужења и спајања ребара јесте да током кретања пнеуматик има константни додир, па боље вуку и имају дупло дужи век на тврдој подлози од пнеуматика за меко земљиште. Константним додиром при кретању смањују се вибрације које се преносе на

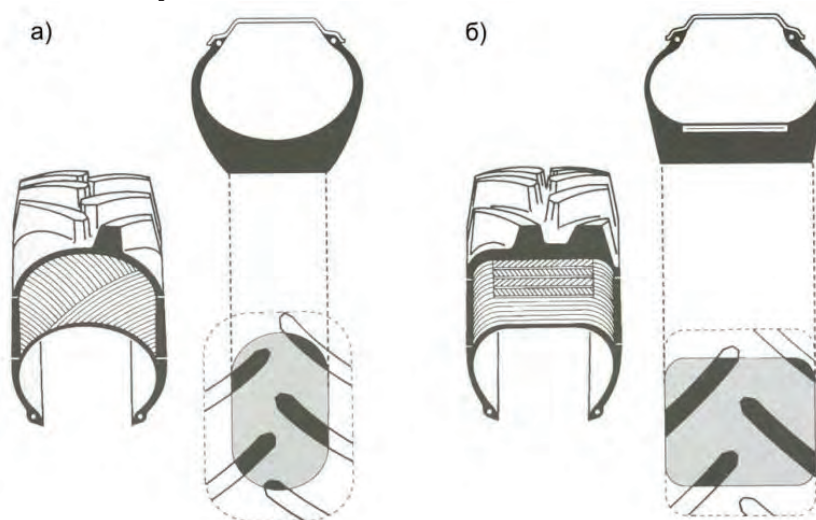
трнсмисију. Компромис између споменута два дизајна је пнеуматик на слици 4.8а. Пнеуматик на слици 4.8в има добре вучне способности на растреситом и песковитом земљишту. Овакав пнеуматик има добру контролу клизања на нагибима, а може да се користи и на травњацима.



Слика 4.8. Пнеуматици за погонске точкове: а) општа намена; б) за меко влажно земљиште; в) растресито и песковито земљиште; г) транспорт и грађевинарство, Anonim FMO (1991)

Према преклапању платана каркаса постоје два основна типа пнеуматика, и то: радијални и дијагонални. Дијагонални су у прошлости били много више заступљени у пољопривреди, а данас се више користе радијални. Изглед једног радијалног и дијагоналног пнеуматика, може да се види на слици 4.9.

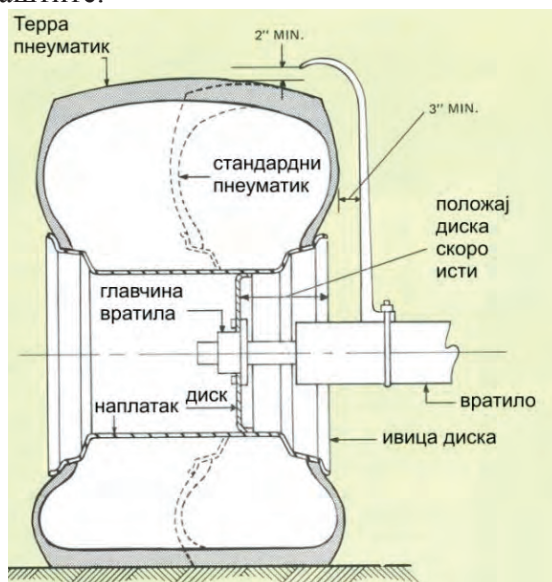
Предност дијагоналних пнеуматика се огледа у већој бочној чврстоћи, због чега су отпорнији на пробијање, а и боље вуку у влажним условима, јер имају већу способност самочишћења, слика 4.9а. Радијални пнеуматици имају слабије самочишћење и мекши су на бочним странама, слика 4.9б. Међутим, то им даје предности при кретању по меком растреситом земљишту, јер бочним деформисањем лакше прелазе преко меког растреситог земљишта, па је и мањи опор кретања. Такође, радијални пнеуматици имају већу контактну површину, па мање сабијају земљиште и остварују веће вучне силе. Радијални пнеуматици се мање хабају по газећој површини, али су зато осетљивији на боковима. Контактна површина оба типа пнеуматика може да се види на слици 4.9.



Слика 4.9. Дијагонални и радијални пнеуматик: а) дијагонални; б) радијални

Последњих 10 – так година у пракси се користе мобилне јединице са тера пнеуматичима, слика 4.10, у форми трицикла. Ови пнеуматици су велике ширине и до 1 m, остварују велику контактну површину са добрим контактом са земљиштем и делују на земљиште са притиском од око 30 КРа.

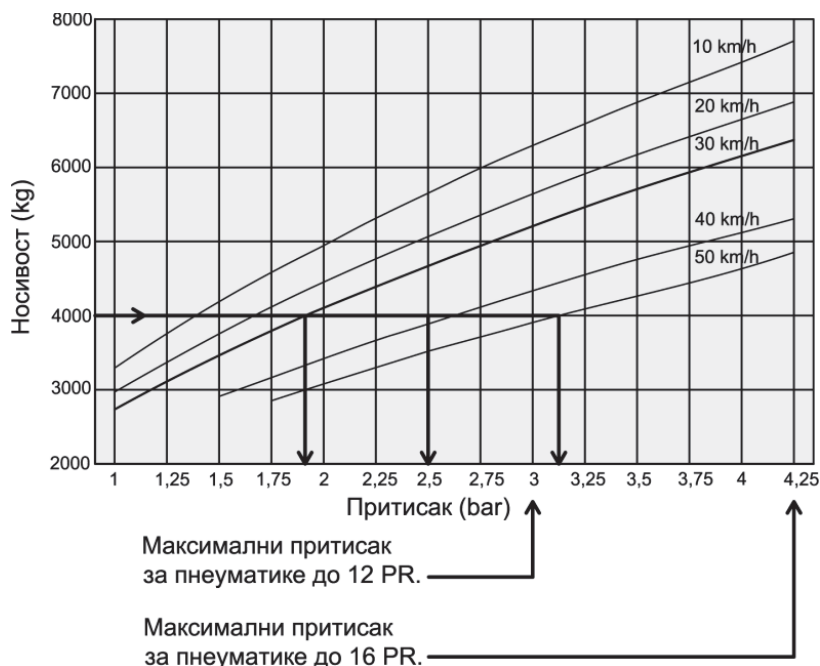
Мобилне јединице са тера пнеуматичима остварују: бољу вучу за 1,5 – 1,8 пута, мању потрошњу горива за 15 – 20% и мањи отпор кретања за 1,7 – 2 пута у односу на машине са стандардним пнеуматичима. Ако се припрема земљишта и сетва озимих култура изведе са мобилним јединицама са тера пнеуматичима принос се повећава и до 30%. Ови трактори имају предност над стандардним иако су скупљи за 50 – 60%. Ови трактори су веома повољни за извођење припреме земљишта, расипање ђубрива и заштите.



Слика 4.10. Тера пнеуматик

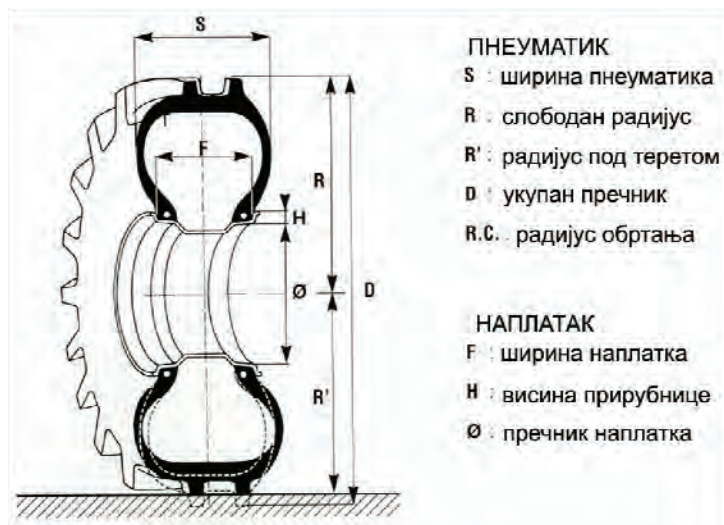
Носивост пнеуматика зависи од: броја слојева корда, чврстоће тканине, која је употребљена за израду корда, притиска ваздуха у пнеуматику и од брзине вожње, слика 4.11. За чврстоћу тканине користи се америчка ознака PR (*Ply Rating*). Ова ознака у великом броју случајева слаже се са стварним бројем уграђених слојева корда. Што је већи притисак ваздуха у пнеуматику већа је носивост пнеуматика, док порастом брзине носивост пнеуматика опада, слика 4.11. Тако, на пример, уколико је оптерећење пнеуматика 4.000 килограма, при брзини кретања од 30 km/h, притисак ваздуха у пнеуматику треба да буде 1,8 бара, док при брзини кретања од 50 km/h, притисак у пнеуматику треба да буде око 3,1 бар.

Опште је правило да што је земљиште меканије и растресеније притисак у пнеуматику треба да буде нижи. Због нижег притиска већа је контактна површина, па нема дубоких трагова због чега је отпор кретања мањи и трактор се лакше креће. За време обртања и током додира са земљиштем пнеуматик се спљошти, а након напуштања земљишта пнеуматик се исправља, одбацује налепљено земљиште због чега се самочишти. На мекој подлози притисак у погонским пнеуматичима треба да се креће у границама од 0,8 до 1,0 бара. Ако би се са ниским притиском кретао и по тврдој подлози, због велике површине точак би добро вукао, али би био велик отпор кретању и пнеуматик би се загревао и хабао. Зато на тврдим подлогама, због малих отпора, приколица пнеуматик треба да се надува на виши притисак (задњи погонски на 1,4 до 2,0 бара) да би био мали отпор кретања и мања потрошња горива.



Слика 4.11. Промена притиска у пнеуматику са порастом брзине кретања

Да би корисници знали који пнеуматик одговара њиховим потребама, постоје стандардизоване ознаке на пнеуматику. Основне димензије точка дате су на слици 4.12.



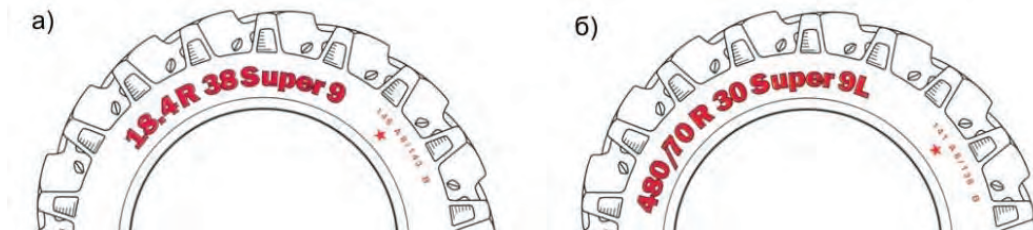
Слика 4.12. Основне димензије точка

Поред димензија точка, веома је важно разумети и ознаке на пнеуматику, како при куповини не би биле направљене грешке, које скупом могу да коштају. Основне ознаке и њихово значење приказане су на сликама 4.13 и 4.14. Ширина пнеуматика и пречник наплатке дати су у инчима (1 инч = 25,4 mm). Индекс носивости је нумеричка вредност која показује максималну носивост пнеуматика при задатој брзини. Симбол дозвољене брзине означава максималну брзину којом пнеуматик може да се креће за дату носивост.



Слика 4.13. Ознаке на пнеуматику

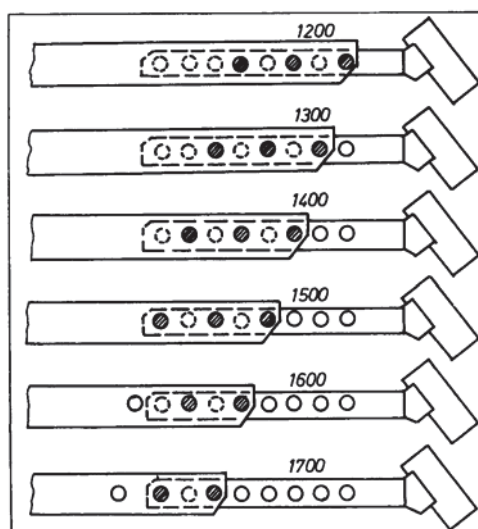
У последње време користи се и другачија ознака код које је ширина пнеуматика дата у милиметрима (480), а иза ознаке за ширину, налази се нумеричка вредност, на пример 70, која указује на однос ширине и висине пнеуматика помножен са 100, слика 4.13б. Ознака пречника наплатка је задржана у инчима (30).



Слика 4.14. Означавање пнеуматика: а) англо-санксонске мере; б). ISO мере

4.1.2. Подешавање трага точкова

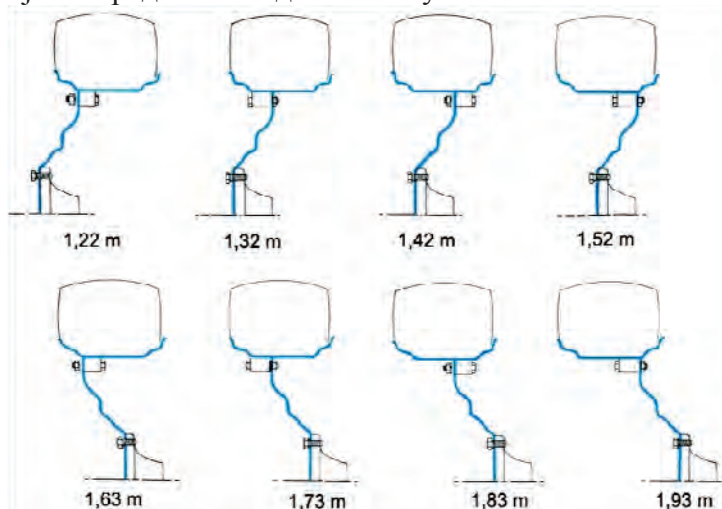
Подешавање размака точкова обавља се када то захтева прилагођавање међуредном размаку културе и/или када треба ускладити ширину трага точкова са радним захватом плуга, да би се поклопиле линија вуче са линијом отпора плуга. Подешавање размака точкова, односно ширине трага обавља се на раличите начине. Траг предњих точкова трактора ИМТ 542 може да се подеси у корацима од по 100 mm од 1.200 до 2.000 mm. Ово подешавање се постиже тако што се дизалицом подигне предњи део трактора. Затим треба да се ослободе завртњеве на спонама управљачког механизма, а потом уклоне сва три завртња и осигуравајуће плочице, које везују сваки поједини спољни носач за средњи носач. Тада спољни носачи могу слободно да се помере у положај који даје жељени размак трага и поново поставе завртњеве, осигуравајуће плочице и навртке. Размаци трагова од 1.200 до 1.700 mm постижу се размицањем/примицањем левог и десног спољњег точка, као што је приказано на слици 4.15.



Слика 4.15. Подешавање трага предњих точкова

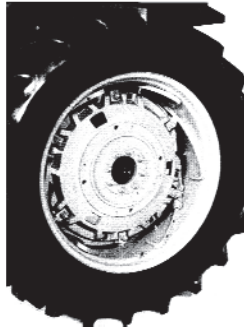
Размаци трагова од 1.800 mm, или 1.900 mm, или 2.000 mm постижу се окретањем предњих точкова при положајима спољних носача који дају размаке од 1.500 mm, или 1.600 mm, или 1.700 mm.

Код задњих точкова подешавање трага обавља се најчешће на три начина. Први начин заступљен је код малих трактора. Различите ширине трага постижу се премештањем наплатака на диску и окретањем диска, као и променом положаја точкова: десни на леву и леви на десну страну, слика 4.16. Оваквим начином могу да се добију размаци од 1,22 до 1,93 m. При раду са предњим тракторским утоваривачем смеју да се користе само уски размаци, због великог радијалног оптерећења лежаја на предњем и задњем мосту.



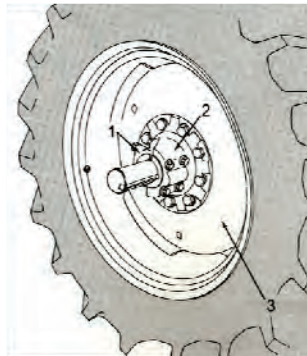
Слика 4.16. Промена ширина трага код трактора малих снага, Anonim FMO (1991)

Други начин подешавања трага точкова је мање заступљен. Код овог начина веза између наплатака и диска остварена је преко завртња и шина. Одвртањем завртња и кретањем трактора унапред или уназад, континуално шире се или скупљају погонски точкови, слика 4.17. При подешавању није потребно да се трактор подиже дизалицом. Након достизања жељене ширине трага потребно је само завртнути стезне завртње.



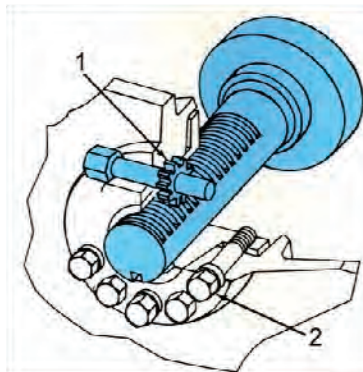
Слика 4.17. Погонски точкови са шинама

Трећи начин подешавања ширине трага користи код трактора средњих и великих снага, слике 4.18 и 4.19.



Слика 4.18. Точак са пужом за подешавање трага точкова: 1. пужни пренос; 2. главчина точка; 3. диск, Anonim FMO (1991)

Да би се променила ширина трага, трактор треба подићи дизалицом, а затим отпустити завртњеве (2). Померање главчине точка по вратилу обавља се помоћу пужног пара окретањем зупчаника (1) помоћу кључа. Померање главчине и точкова је континуално.



Слика 4.19. Пужни пренос; 1. пужни зупчаник; 2. завртањ, Anonim FMO (1991)

4.1.3. Опрема за побољшање вуче трактора

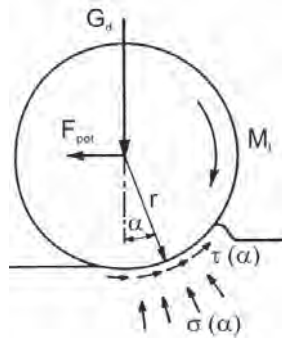
Да би се схватиле мере које се предузимају за побољшање вучне силе трактора, треба да се пође од објашњења саме вучне силе и параметара који утичу на њу. Током кретања точка долази до напрезања земљишта при чему оно може да се подели у две групе у тангенцијална и нормална напрезања, тј. тангенцијалне и нормалне напоне који се простиру у различитим правцима од места деловања оптерећења, слика 4.20. Сабијање подлоге изазива нормално оптерећење као последица пратећег вертикалног оптерећења. Вучна сила представља хоризонталну

реакцију у земљишту, односно, она је директно пропорционална тангенцијалним напонима, који се услед дејства обртног момента развијају у зони контактне површине:

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.1)$$

где је:

- τ (Ncm^{-2}) - тангенцијални напон земљишта,
- c (Ncm^{-2}) - коефицијент кохезије (код песка $c = 0$),
- σ (Ncm^{-2}) - нормални напон земљишта и
- φ ($^{\circ}$) - угао унутрашњег трења – отпорности на смицање
(код глине $\varphi = 0$).



Слика 4.20. Напони у земљишту при кретању погонског точка

Вучна сила је сила која се остварује у контакту ходног система и подлоге, сходно закону Кулона. Максимална вучна сила једнака је:

$$F_v = c \cdot A + G_d \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (N) \quad (4.2)$$

где је:

- A (cm^2) - контактна површина и
- G_d (N) - динамичко оптерећење на погонским точковима.

На песковитом земљишту за реализацију вуче је доминантно интерно трење честица песка, динамичка тежина на точковима, док ребра на пнеуматику немају значај:

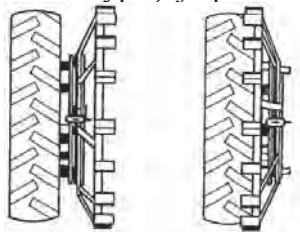
$$F_v = G_d \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (N) \quad (4.3)$$

На кохерентним земљиштима као што је глина, за реализацију вучне силе је доминантна кохезија, контактна површина, а ребра на пнеуматику имају велики значај:

$$F_v = c \cdot A, \quad (N) \quad (4.4)$$

На кохезију земљишта се не може директно утицати, јер је она својство земљишта и зависи од састава и његове влажности. За реализацију вучне силе и мање сабијање потребно је сувље земљиште, док биљка захтева растресито земљиште одговарајуће влажности. Што је контактна површина већа мање је сабијање земљишта и већа вучна сила, а што је веће нормално динамичко оптерећење, веће је сабијање земљишта, али и вучна сила трактора. Мере које се предузимају за повећање вучне силе односе се на повећање контактне површине или повећање динамичког оптерећења. У групу уређаја који повећавају контактну површину, а самим тим

приањање (адхезију), спадају челични точкови са канцама, слика 4.21, ланци који се постављају на точкове, слика 4.22 или решеткасти точкови, слика 4.23. Челични точкови са канцама и ланци имају намену да смање проклизавање погонских точкова, док решеткасти точкови више имају намену за рад на растреситом земљишту, тако да су се раније користили у припреми земљишта и сетви. Међутим, данас ови уређаји ретко могу да се сретну на пољима.



Слика 4.21. Челични точкови са канцама

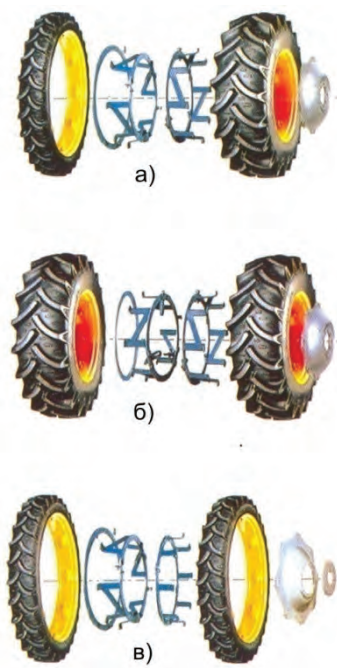


Слика 4.22. Точкови са ланцима



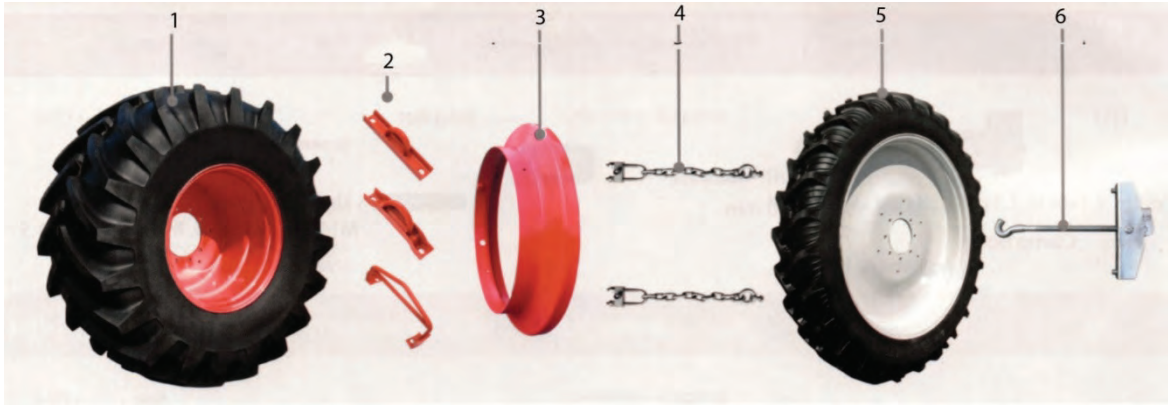
Слика 4.23. Решеткасти точкови

Уместо наведених уређаја, данас се за смањење клизања точкова и специфичног притиска у контакту точак-земљиште иде на удвајање точкова. Удвојени точкови се користе у припреми земљишта, сетви, а и за међуредно култивирање, слика 4.24. Удвојени точкови могу бити истих или различитих димензија, све у зависности од потреба.



Слика 4.24. Удвајање точкова: а) уски и стандардни; б) два стандардна; в) два уска

На сликама 4.25 и 4.26 приказан је систем за удвајање точкова које нуди фирма „Грасдорф“ (Grasdorf).

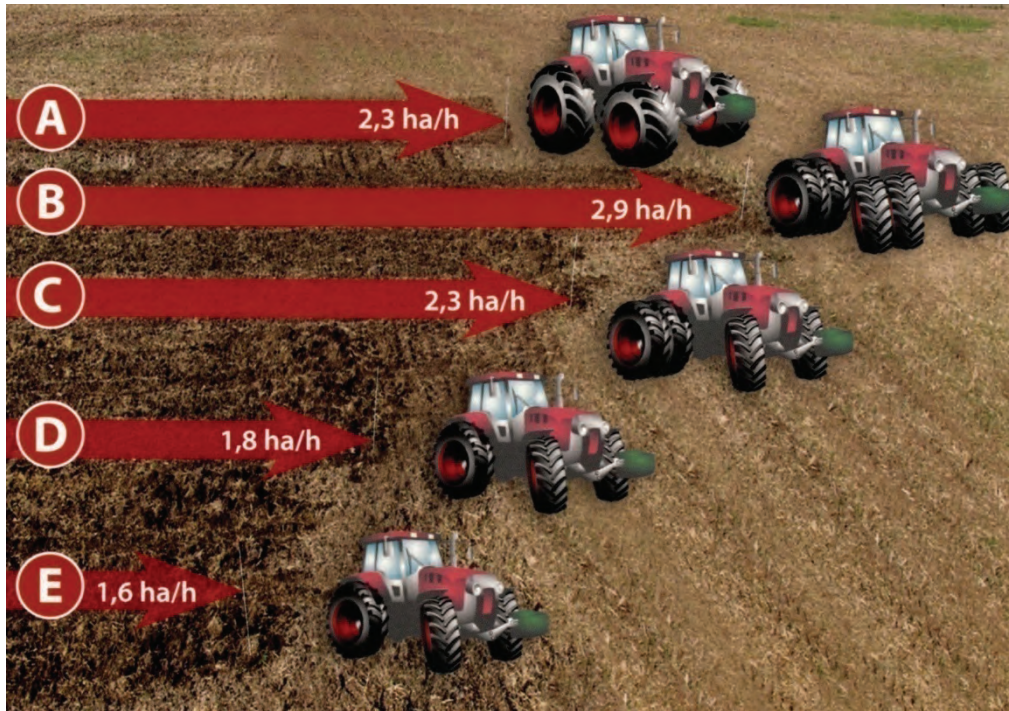


Слика 4.25. Удвајање точкова фирме „Грасдорф“ (Grasdorf): 1. основни точак; 2. веза за причвршћење; 3. одстојни прстен; 4. ланци за држање; 5. удвојени точак; 6. канџа



Слика 4.26. Удвајање точкова фирме „Грасдорф“ (Grasdorf) за различите културе

На слици 4.27 приказан је утицај врсте и броја пнеуматика, као и притиска у њима на остварени учинак у пољу, при брзини кретања од 10 km/h и ширини радног захвата од 3 m.



Слика 4.27. Утицај врсте пнеуматика и притиска на учинак, „Грасдорф“: А) супер широки пнеуматици; В) предњи и задњи удвојени; С) задњи удвојени; Д) стандардни пнеуматици са правилним притиском; Е) стандардни пнеуматици са високим притиском

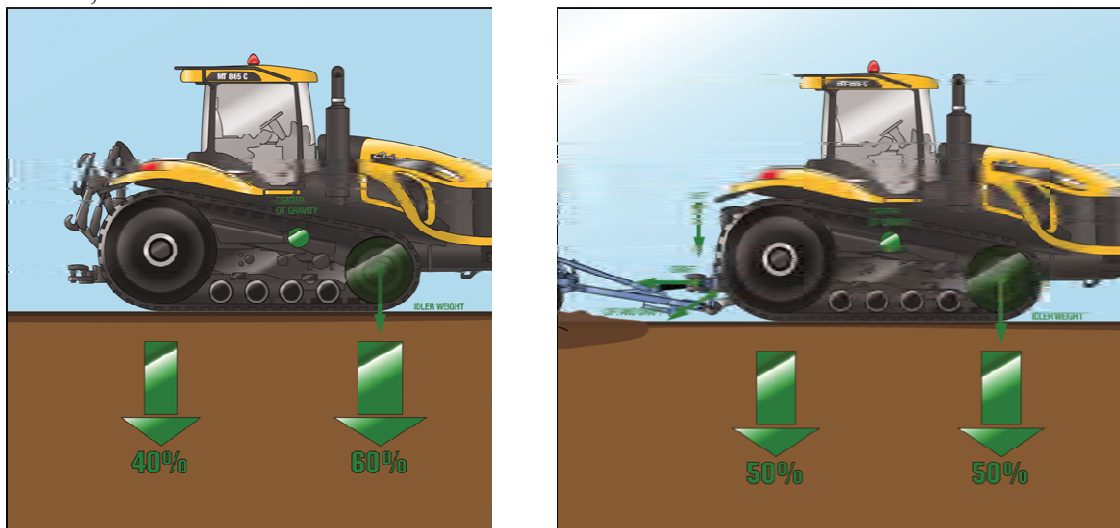
Повећање динамичког оптерећања постиже се додавањем баласта. Баласт је маса додата на шасију или точкове трактора и за то се користе тегови или вода. Много важније од количине додатог баласта је статичка расподела баласта између задњег и предњег погонског моста. Уобичајена расподела тежина је таква да код трактора (4x2)S на задњи мост треба да буде 70%, а на предњем 30% од укупне тежине трактора. Код трактора (4x4)S на задњи мост треба да буде 60%, а на предњем 40% од укупне тежине трактора. Количина додатог баласта и његов распоред по мостовима зависи од прикључне машине која се користи. Што је већа вертикална компонента отпора вуче прикључне машине то ће се више тежине пребацити са предњег на задњи мост. То за последицу може да има губитак управљивости на предњим точковима и/или клизање предњих погонских точкова. Баластирањем се побољшавају перформансе трактора. Правилно баластирање смањује сабијање земљишта, потрошњу горива и клизање точкова, продужава радни век погонског склопа и повећава укупну продуктивност трактора.

Баластирање посебно има значај код трактора гусничара. Уколико трактор није добро баластирањем не могу се у потпуности искористити његове вучне карактеристике, пошто гусеница не остварује исти специфични притисак дуж целе контактне површине. Баласт се додају на предњем делу трактора, или на самој гусеници, слика 4. 28



Слика 4.28. Додавање баласта код трактора гусеничара

Баластирањем се пребацује већи део тежине на предњи део трактора у односу 60% према 40%, да би током рада због деловања отпора машине прерасподела била 50% према 50%, слика 4.29



Слика 4.29. Прерасподела тежине у статичком и динамичком стању

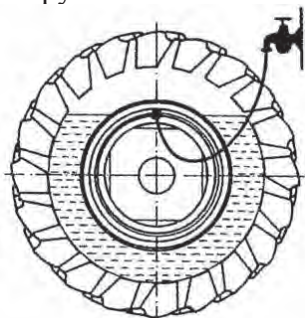
Пуњење пнеуматика течним баластом је добар начин за додавање баласта трактору, слика 4.30. Препоручује се примена смеше воде и калцијум-хлорида, јер може да се ради и на нижим температурама од 0 °C, док се вода на нижим температурама смрзава у пнеуматику. Не препоручује се коришћење шпиритусне течности за баласт, пошто раствор калцијум-хлорида има већу специфичну тежину и економичнији је. Најчешће се користи однос: 0,6 kg калцијум-хлорида на 1 l воде. Овај раствор калцијум-хлорида у води има тачку мржњења до -46 °C (-51° F).

При пуњењу пнеуматика раствором калцијум-хлорида у води, вентил треба да се налази на највишој тачки тачка. За пуњење пнеуматика баластом потребна је специјална опрема, а ако се користи само вода, на вентил за надувавање пнеуматика постави се црево повезано са славином водовода. Пнеуматик се тако постави да вентил буде у горњем положају. Пуњење се обавља до вентила, а више се не препоручује, јер тада пнеуматик губи еластичност.

Не препоручује се сипање течности у предње пнеуматике, уколико то погоршава способност за управљање. Такође, постоје ограничења кад су у питању радијални пнеуматици. Радијалне пнеуматике никада не треба пунити више од 40-50% од запремине. У супротном случају, остаће мало простора за ваздух за амортизацију

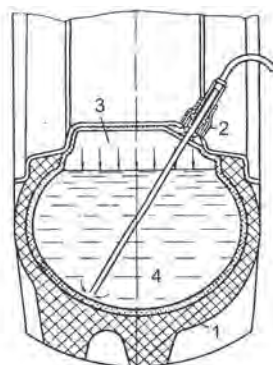
удара, па може да дође до оштећења пнеуматика. То је узроковано нижим притиском ваздуха у радијалним пнеуматичима. Дијагонални пнеуматици могу да се пуне до 75% од запремине. Након убацивања течног баласта, пнеуматик треба да се надува на притисак исти као и када у пнеуматику нема течног баласта.

При прављењу смеше за течни баласт важно је додавати калцијум-хлорид у воду и мешати док се потпуно не раствори. **НИКАДА** не додавати воду у калцијум-хлорид. У том случају може да дође до хемијске реакције која ослобађа топлоту. Ако се овако загрејани течни баласт сипа у пнеуматик, може да оштети пнеуматик. Ако дође то тога да честице калцијум-хлорида дођу у додир са очима, брзо их перите чистом хладном водом у трајању од најмање 5 минута. У сваком случају треба што пре да се обратите лекару.



Слика 4.30. Пуњење пнеуматика водом

Да би испразнили пнеуматик, исти треба да се постави тако да вентил дође у крајњи доњи положај. Вода или раствор истичу сами из пнеуматика, док се ниво не изједначи са вентилом. Затим се поставља комбиновани вентил, тако да цев за одстрањивање ваздуха додирује дно пнеуматика, слика 4.31, а кроз цев се убацује ваздух са компресором. Сабијени ваздух избацује последњу количину течности. Након истискивања воде поново се поставља вентил за ваздух и пнеуматик надува на нормални притисак.



Слика 4.31. Пражњење пнеуматика: 1. пнеуматик; 2. вентил са цевчицом; 3. ваздух под притиском; 4. вода или раствор

4.2. ХОДНИ СИСТЕМ ТРАКТОРА ГУСЕНИЧАРА

Упоређење точкава и гусеничних ходних система моторних возила указује на предности примене гусеничних ходних система при кретању возила изван путева. Ове предности се огледају у следећим елементима:

- возило са гусеницама има боље карактеристике проходности (због бољих маневарских способности, веће стабилности и нижих вредности специфичних притисака гусеница на тло),

- већу производност,
- боља вучно – приањајућа (адхезиона) својства,
- већи комфор у погледу лакоће управљања,
- већу поузданост у обављању основне функције моторног возила итд.

Са друге стране, гусенице у односу на точкове имају и одређене недостатке, а посебно краћи радни век (нарочито на абразивним подлогама) и мањи степен корисности, који се знатно смањује повећањем брзине кретања. Осим тога, возила са гусеницама имају у просеку релативно ниске брзине кретања, слабији општи комфор (удобност вожње), а условљавају оштећења коловоза при кретању по путевима са чврстом подлогом.

Ходни систем са гусеницама дели се на две основне групе склопова и елемената:

1. група за ослањање и
2. гусенична група.

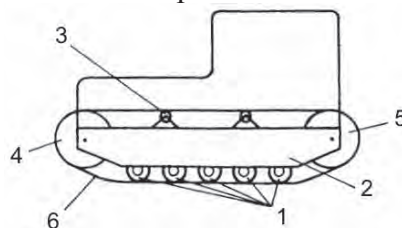
Ходни систем са гусеницама у целини обухвата следеће основне склопове: склоп елемената за ослањање, гусенице, затезни (усмеравајући) точкови са механизмом за затезање гусеница, погонски точкови - ланчаници, потпорни ваљци, водећи ваљци и носачи потпорних и водећих ваљака.

4.2.1. Група за ослањање

Разликују се три основне врсте ослањања гусеничног возила: круто, полукруто (полуеластично) и еластично ослањање.

Круто ослањање јесте најстарији начин реализације гусенице. Основна карактеристика овог ослањања је да се осовине доњих потпорних ваљака (1) слика 4.32, непосредно спајају са носећом конструкцијом возила, односно гредом (2). За носећу конструкцију непосредно су спојене и осовине водећих ваљака (3) и точак затезач (4), као и вратило погонског точка - ланчаника (5). Око ових елемената пребачена је гусеница (6).

Круто ослањање омогућава да се на мекшој подлози оствари равномеран распоред притиска по дужини гусенице, услед чега се побољшава приањање између гусеница и подлоге. Међутим, због велике масе при кретању по тврдим и неравним подлогама при већим брзинама кретања долази до знатних динамичких оптерећења, која се преносе на носећу конструкцију возила. Због тога се овај начин ослањања користи само на гусеничним возилима са ниским пројектованим брзинама. На савременим гусеничним возилима ова врста ослањања се ретко примењује.



Слика 4.32. Крута гусеница: 1. доњи потпорни ваљци; 2. греда гусенице; 3. горњи водећи ваљци; 4. точак затезач; 5. погонски точак; 6. гусеница

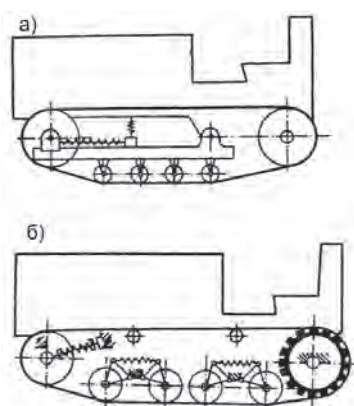
Полуеластични систем ослањања развијен је из крутог, уградњом еластичних ослонаца, слика 4.33а. Осовине потпорних ваљака круто су спојене са два посебна уздужна носача – рама, који се спајају за носећу конструкцију возила на предњем и задњем крају возила. Између рамова и носеће конструкције уграђују се еластични елементи.

Сва решења полуеластичног ослањања обезбеђују боље савлађивање

неравнина у односу на системе крутог ослањања. У односу на еластично ослањање имају тај недостатак што им је нееластично ослоњена маса већа због постојања два посебна рама. Једна од битних одлука конструктора при пројектовању полукрутог ослањања односи се на положај осе клаћења рама. Рамови се граде од челичног лива или ковани или заварени од челичног лима.

Код **еластичног** ослањања, које се редовно примењује на брзоходним транспортним гусеничним возилима, потпорни ваљци се спајају за носећу конструкцију возила преко еластичних елемената, слика 4.33б и то тако да се могу померати у вертикалној равни у односу на носећу конструкцију и једни у односу на друге. Постоје две основне врсте еластичног ослањања: балансирано и појединачно (индивидуално).

Еластично ослањање обезбеђује најбоље услове ослањања возила при већим брзинама кретања као и високе вредности коефицијента приањања и на неравној тврдој подлози, што није био случај са крутим или полуеластичним ослањањем.



Слика 4.33. Металне гусенице: а) полуеластична; б) еластична

4.2.2. Гусенична група

Гусенична група служи за обезбеђење кретања возила, придржавање носеће конструкције (преношење сопствене и корисне тежине возила на тло и обратно), затим за затезање самих гусеница и обезбеђење правца њеног кретања.

Гусенична група се састоји од следећих склопова: погонски точак - ланчаник, гусеница, точак затезач с уређајем за затезање, потпорни ваљци и ваљци за вођење, слика 4.34.

Погонски ланчаници служе да од преносника снаге пренесу тангенцијалну силу на гусенице при погону, односно да од гусеница приме тангенцијалну силу (силу кочења при кочењу). Погонски ланчаници могу да се постављају на задњи и предњи крај возила. Од положаја погонских ланчаника зависи вредност губитака снаге у гусеничном кретању. При томе постоје три основна извора губитака: трење у зглобовима гусенице, губици на обртање затезног точка и губици при налегању чланака на подлогу испред предњег потпорног ваљка.

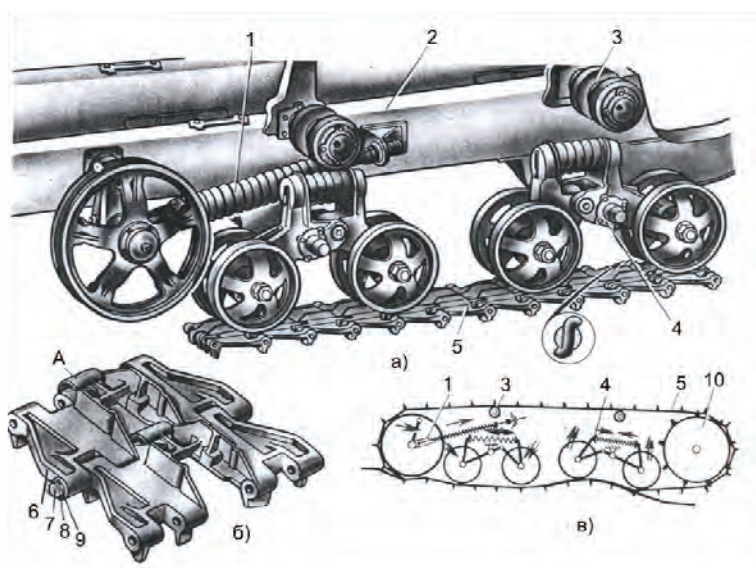
Врста **гусеница** одређена је врстом чланака који је сачињавају. У односу на основно конструкцијско решење деле се на две основне варијанте: недељиви (израђени као целина) и дељиви (састављени из више елемената). У односу на положај зглоба такође постоје две основне врсте: са спуштеним и подигнутим зглобом. Савремено решење јесте елеминација непосредног контакта металних делова и замена трења метала о метал с унутрашње – молекуларним трењем у гуменим елементима који се постављају у зглобове између чланака. Предности

оваквог решења су мала бука, висок степен корисног дејства, дужи век трајања и амортизација удара.

Да би се спречило спадање гусенице потребно је да гусеница буде стално затегнута и да се усмерава (држи у правцу). За ово служи затезни (усмеравајући) точак са механизмом за затезање (1). **Затезни точак** се налази на супротном крају возила од оног на којем се налази погонски ланчаник. Пошто погонски точак може да се налази на предњем и задњем крају возила и затезни точак може да заузме та два положаја. У односу на висину затезни точак може бити: подигнути, полуспуштени и нискоспуштени. Затезни точак се састоји од три основна дела: венца (обода), средњег дела и главчине. Механизам за затезање се гради у два основна облика: клизни и клатећи.

Задатак **потпорних ваљака** јесте да тежину возила пренесу на део гусеница који се налази у контакту са подлогом и да обезбеде котрљање возила по гусеницама уз спречавање његовог силаска са гусеница, уз што мањи отпор котрљању и уз што дужи век у свим условима кретања возила. Потпорни ваљци се конструкцијски решавају на различите начине: као једноструке или двоструке, са металним или ободом обложеним гумом, са котрљајућим или клизним лежајима. Веома је важно решити добро заптивање и начин подмазивања ослоних ролни.

Водећи ваљци служе да придржавају горњи део гусеница смањујући угиб појединих њихових делова и да потпомажу излазак из захвата чланака са погонским точковима.

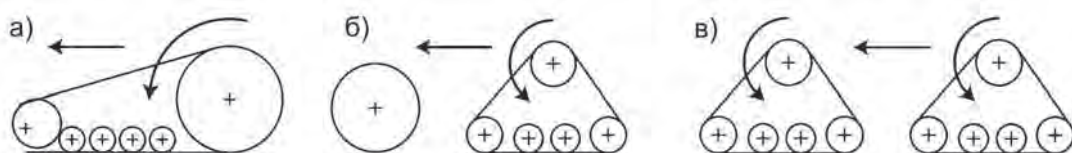


Слика 4.34. Конструкција еластичне гусенице: 1. опруга за амортизацију удара; 2. попречне греде рама; 3. водећи ваљци; 4. балансна колица; 5. гусеница; 6. чланак гусенице; 7. осовиница; 8. подлошка; 9. чивија; 10. погонски точак

Иако трактори гусеничари имају боље вучне карактеристике од трактора точкаша, они имају и одређене недостатке због којих се нису интензивније примењивали у пољопривреди. Њихов основни недостатак је мала маневарбилност, која се огледа у малим брзинама кретања на њиви и на тврдим путевима. Други велики недостатак јесте њихово агресивно дејство на земљиште. Чланци металне гусенице деструктивно делују на земљиште, јер уништавају структурне агрегате. Због тога се

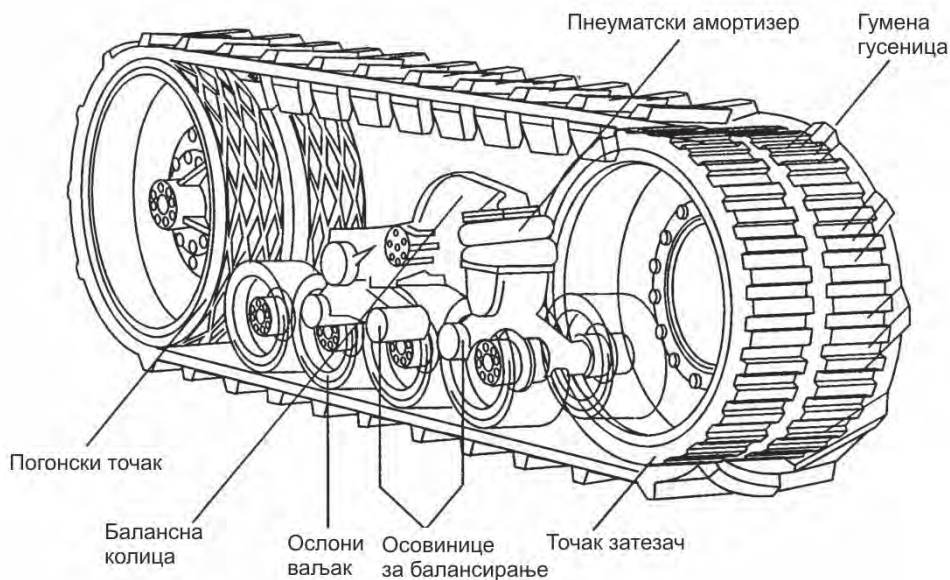
приступило развоју и примени гумених гусеница, које су требале да елиминишу наведене недостатке металних гусеница.

На тржишту је у понуди неколико различитих конструкција **гумених гусеница**, слика 4.35. Међу приказаним конструкцијама гумених гусеница најзаступљенија је стандардна са већим погонским точком (а), која је произашла од гусенице стандардне конструкције. Код гумене гусенице примењена је негативна вуча, јер се пренос обртног момента са погонског точка на гусеницу обавља трењем. Наиме, гусеница је израђена од гуме и у њој се налазе челична ужад (сајле) које јој дају чврстину. На спољашњој страни налазе се ребра као и код погонских пнеуматика, док с унутрашње стране има зубе који служе за вођење гусенице. Погонски точак, точак за вођење и потпорни ваљци обложени су гумом. Гусеница нема ваљке за вођење, пошто је гусеница јако затегнута точком затезачем. Конструкција гумене гусенице као полугусеничар ређе се користи и примењује код трактора концепције (4x2)S и (4x4)S. Више се примењује модификација комплетног ходног система точкаша тако што се на месту сваког точка поставља мала гусеница. Оваква конструкција примењује се код зглобних трактора, а по томе је позната компанија „Кејс Штајгер“.



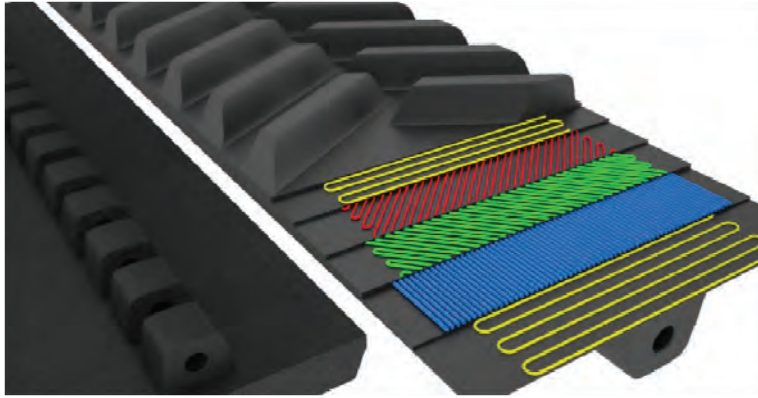
Слика 4.35. Конструкције гумених гусеница: а) стандардна са већим погонским точком; 2) полугусеничари; 3. модификовани точкаши са гусеницама

Прву гумену гусеницу, која је имала значајнији наступ у пољопривреди имао је трактор „катерпилар челенџер“ (Caterpillar Challenger), слике 4.36 и 4.38.



Слика 4.36. Гумена гусеница трактора „челенџер 65“.

Попречни пресек гусенице види се на слици 4.37.



Слика 4.37. Попречни пресек гусенице трактора „челенцер“, МТ 700

С временом је дошло до унапређења стандардне гумене гусенице, тако да новије генерације трактора „челенцер“ имају велики погонски точак, слика 4.39. Први разлог повећања погонског точака био је да се смањи специфични притисак у области погонског точака, јер је већа његова контактна површина. Други разлог био је да се повећа површина трења преко које се обртни момент са погонског точака преноси на гумену гусеницу, чиме се повећава ефикасност гумене гусенице.



Слика 4.38. „Челенцер 75“



Слика 4.39. „Челенцер 35“

Код трактора постоји и могућност подешавања ширине трага гусеница, слика 4.40, а за то се користи посебан механизам.



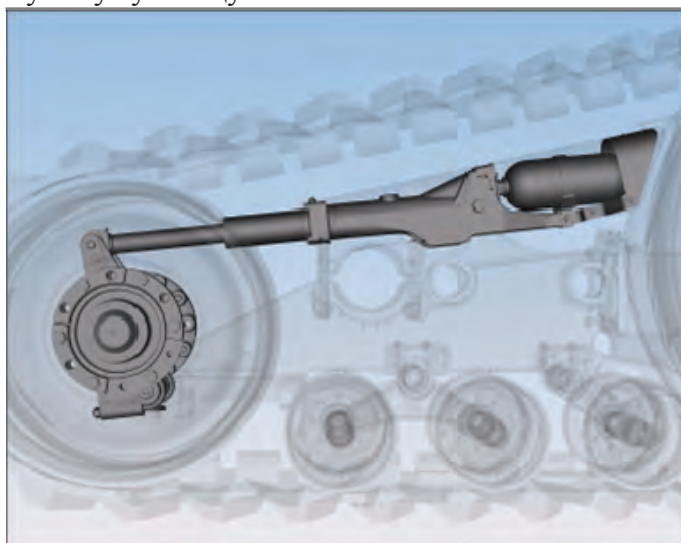
Слика 4.40. Подешавање ширине трага гусенице код трактора „челенцер“, серије МТ 700 и 800

На гусеници постоји могућност додавања баласта, односно металних тегова, како би се обавила статичка прерасподела тежине по дужини гусенице. Такође, и систем вешања потпорних ваљака је промењен како би више копирали профил земљишта и тиме повећали вучну силу, слика 4.41.



Слика 4.41. Еластично ослоњени потпорни ваљци на тракторима „челенџер“, серије МТ 700

Затезање гумене гусенице обавља се помоћу хидрауличног система с азотним акумулаторима, слика 4.42. Хидраулички цилиндар потискује клатећу полугу точка затезача и затеже гумену гусеницу.



Слика 4.42. Хидраулички систем за затезање гусенице

За учвршћење гусеница, у предњем делу налази се чврста осовина која повезује гусенице. У осовини се налазе опруге, а постоји још и полуга за стабилизацију гусеница, слика 4.43.



Слика 4.43. Осовина за учвршћење гесеница

Предности трактора гусеничара као еколошког мобилног система огледају се у следећем:

- бољим вучним особинама,
- мањем сабијању и оштећењу земљишта,
- већој мобилности система,
- остварењу већих приноса и здравијој храни и
- заштити животне средине – земљишта, ваздуха и воде.

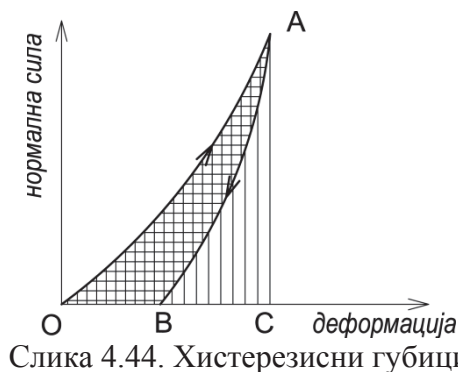
Међутим, ови трактори се нису значајније раширили у пракси због високе цене и значајније прерасподеле оптерећења током рада у односу на тракторе точкаше, што доводи до неравномерне расподеле притиска по целој дужини контактне површине. Наиме, код свих прикључних машина, а нарочито оних код којих радни органи иду испод површине земљишта јавља се вертикална компонента отпора, која изазива прерасподелу тежине трактора по осовинама. При остварењу вучне силе вредност максималног притиска се повећава и помера ка погонском точку тако да долази до интензивнијег сабијања земљишта.

4.3. СИЛЕ И ОБРТНИ МОМЕНТИ НА ТОЧКОВИМА И ГУСЕНИЦИ

4.3.1. Силе и моменти код вученог и погонског точка и гусенице

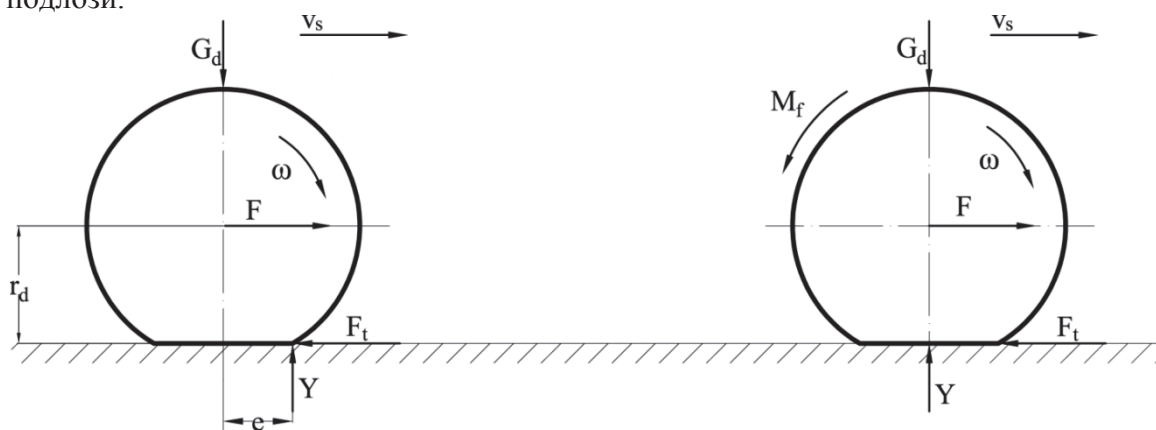
Да би се точак принудио на котрљање неопходно је да на његову осовину делује нека хоризонтална сила F . Тада се предњи елементи пнеуматика при ступању у додир са подлогом више оптерећују и деформишу, да би се по завршетку додира поново растеретили и успоставили свој првобитни облик. Да је пнеуматик идеално еластичан, енергија утрошена на деформисање његовог дела који ступа у контакт са подлогом, потпуно би се вратила точку на делу где пнеуматик успоставља свој првобитни облик. Међутим, пошто материјал пнеуматика није апсолутно еластичан, услед постојања унутрашњег трења у пнеуматику и трења на површини додира обруча са подлогом, део ангажоване енергије прелази у топлоту, која се даје околини. Овакав утрошак енергије представља унутрашњи губитак и назива се

хистерезисни губитак. На слици 4.44 приказан је дијаграм деловања пнеуматика који показује хистерезисне губитке. Крива (ОА) представља оптерећење, а крива (АВ) растерећење. Површина (ОАС), помножена фактором пропорционалности представља рад који се утроши на деформацију пнеуматика, док петља (ОАВ), помножена фактором пропорционалности, представља део рада који се неповратно губи.



Слика 4.44. Хистерезисни губици

Хистерезисни губици у радном процесу котрљања точка изазивају промене расподеле притиска на ослоној површини, па је нормална реакција Y померена у правцу кретања за величину e која се назива крак нормалне реакције подлоге, слика 4.45. Нормална реакција Y јавља се као последица дејства динамичког оптерећења на точак G_d . У овом случају еластични вучени точак креће се по тврдој подлози.



Слика 4.45. Кретање еластичног вученог точка по тврдој подлози

Померање нормалне реакције подлоге Y доводи до појаве момента M_f који се назива момент отпора котрљања:

$$M_f = Y \cdot e = G_d \cdot e \quad (4.5)$$

Да би се точак равномерно котрљао, уз занемаривање отпора ваздуха и трења у лежају точка, момент отпора котрљања мора да се савлада спрегом сила који образују сила F , која гура точак и њој једнака по величини, али супротног смера тангенцијална реакција подлоге F_f , односно:

$$F \cdot r_d = F_f \cdot r_d = M_f, \quad (4.6)$$

где је:

r_d - динамички полупречник пнеуматика

Величина силе F која гура точак одређена је изразом:

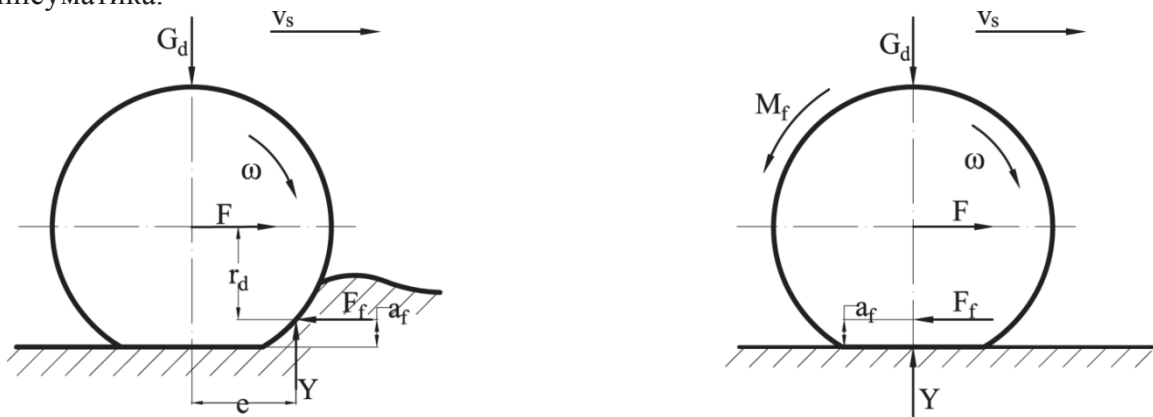
$$F = F_f = \frac{M_f}{r_d} = Y \cdot \frac{e}{r_d} = Y \cdot f = G_d \cdot f \quad (4.7)$$

Однос $\frac{e}{r_d}$ означен је са f , а назива се коефицијент отпора котрљању вученог точка.

При кретању пнеуматика по меком земљишту, слика 4.46, отпор кретања се састоји од: отпора котрљања F_k , отпора сабијања земљишта F_c , отпора гурања земљишта F_b и отпора повлачења земљишта F_p :

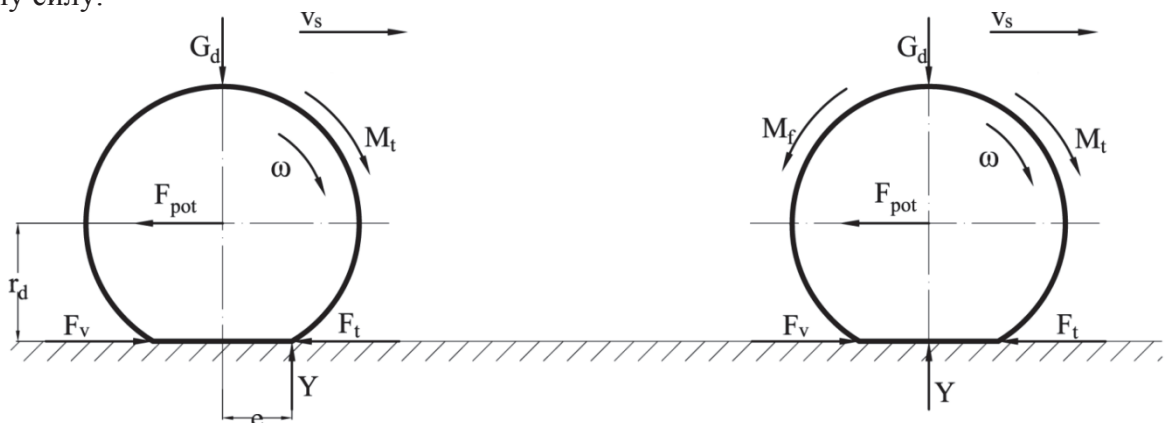
$$F_f = F_k + F_b + F_c + F_p \quad (4.8)$$

Отпор сабијања F_c је доминантан и зависи од тоњења, карактеристика земљишта и димензија пнеуматика, где је пречник значајнији од утицаја ширине пнеуматика.



Слика 4.46. Кретање еластичног вученог точка по мекој подлози

Код кретања еластичног погонског точка по тврдој подлози на погонски точак доводи се обртни момент M_t , слика 4.47. Обртни момент претвара се у рад потисних сила (сила вуче), помоћу којих се возилу саопштава кретање, узајамним дејством точка и подлоге. За разлику од точка који се вуче, код погонског точка јавља се сила отпора машине F_{pot} , која дејствује на осовину точка и супроставља се кретању точка. Обртни момент има задатак да савлада отпоре кретања, због чега се у равни подлоге јавља тангенцијална реакција F_v , која представља силу "одупирања" точка о подлогу. Ова реакција представља пропулзивну, односно вучну силу.



Слика 4.47. Кретање еластичног погонског точка по тврдој подлози

Ако се занемари момент трења у лежајима и отпор ваздуха, за случај једноликог кретања, потребни момент се израчунава изразом:

$$M_t = Y \cdot e + F_{pot} \cdot r_d \quad (4.9)$$

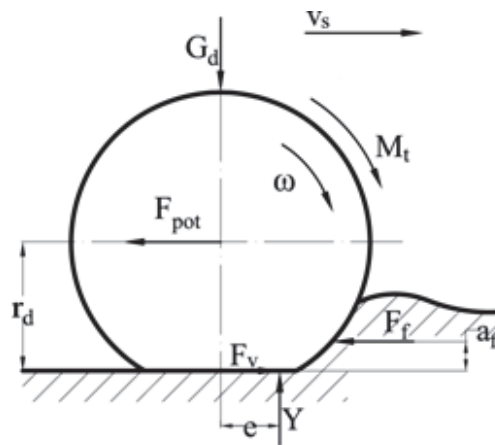
Обртни момент точка M_t троши се делом на савладавање унутрашњих губитака у пнеуматику, хистерезис губици F_{hz} . Остатак се у контакту точак-подлога трансформише у вучну силу:

$$F_v = F_t - F_{hz} \quad (4.10)$$

Сила (F_v) троши се на савладавање силе отпора прикључне машине на потезници F_{pot} и отпора кретања F_f .

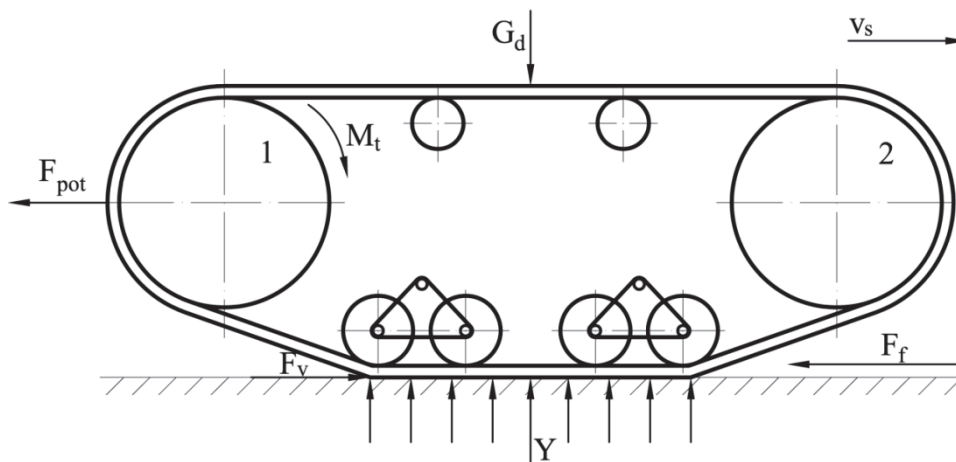
$$F_v = F_{pot} + F_f \quad (4.11)$$

При кретању по меком земљишту, сила отпора кретања помера се нагоре, слика 4.48.

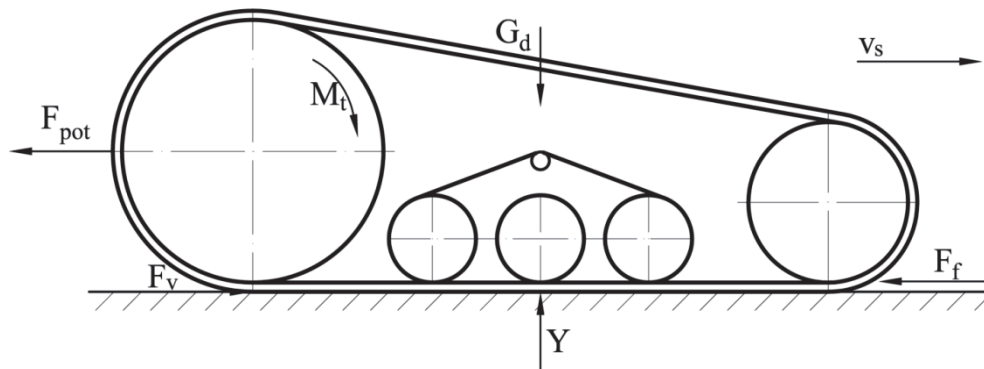


Слика 4.48. Кретање еластичног погонског точка по мекој подлози

Вучни биланс гусенице може да се прикаже аналогно вучном билансу точка. На сликама 4.49 и 4.50 дате су две конструкције гусеница које се користе у пољопривреди. Гусеница са погонским точком и затезачем изнад подлоге користи металну гусеницу, слика 4.49, док гусеница са погонским точком и затезачем на подлози користи гумену гусеницу, слика 4.50.



Слика 4.49. Погонски точак (1) и затезач (2) изнад подлоге



Слика 4.50. Погонски точак (1) и затезач (2) на подлози

4.3.2. Брзина кретања

Брзина кретања трактора изражена је пређеним путем у јединици времена. Зависи од броја обртаја коленастог вратила мотора, преносног односа у трансмисији, клизања ходног система и теренских услова. Разликује се теоретска брзина и стварна брзина тракторског система.

Теоретска брзина кретања трактора v_t је брзина израчуната на основу пређеног пута без клизања погонских точкова.

Радна брзина је **стварна брзина кретања** трактора v_s , при раду у датим условима са клизањем погонских точкова. Израчунава се на основу пређеног пута, који је измерен "петим точком" и времена:

$$v_s = \frac{s_s}{t} \quad (m/s), \quad (4.12)$$

где је:

s_s (m) - стварни пређени пут и
 t (s) - време.

Теоретска брзина кретања v_t (m/s)

$$v_t = \frac{s_t}{t} \quad (m/s), \quad (4.13)$$

где је:

s_t (m) - пређени пут без клизања.

4.3.3. Клизање

Величина клизања одређена је губитком брзине кретања од теоретске брзине. При повећању вучне силе расте клизање. Највеће клизање остварује се при нижим брзинама кретања. Повећањем брзине кретања клизање се смањује. Клизање зависи од вучне силе, врсте и стања ходног система, врсте и стања подлоге по којој се трактор креће. Превелико клизање изазива оштећење земљишта, губитак енергије и времена и убрзава хабање ходног система.

Клизање се израчунава помоћу једначине:

$$\delta = \frac{v_t - v_s}{v_t} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4.14)$$

На бази оптималних вредности клизања за поједине концепције трактора у пракси може да се одреди степен оптерећења трактора при раду. Оптимално

клизање за тракторе концепције (4x2)S је 15 - 18%, (4x4)S 12 - 15%, (4x4)Z 10 - 13% и за гусеничаре 3 - 5%. Уколико се на терену утврди да трактор ради са повећаним клизањем, значи да је трактор преоптерећен или ако ради при клизању испод оптималног значи да трактор није довољно оптерећен. Клизање у пракси може да се одреди врло једноставно, стога га треба користити за утврђивање степена оптерећења трактора.

4.3.4. Специфични притисак

Притисак којим точак дејствује на земљиште састоји се од притиска каркаса и притиска ваздуха у пнеуматику. Пошто овај притисак делује на површину одређене величине назива се специфични притисак.

За трактор гусеничар контактна површина A_g израчунава се следећим изразом, слика 4.52:

$$A_g = 2 \cdot L \cdot b \quad (cm^2) \quad (4.19)$$

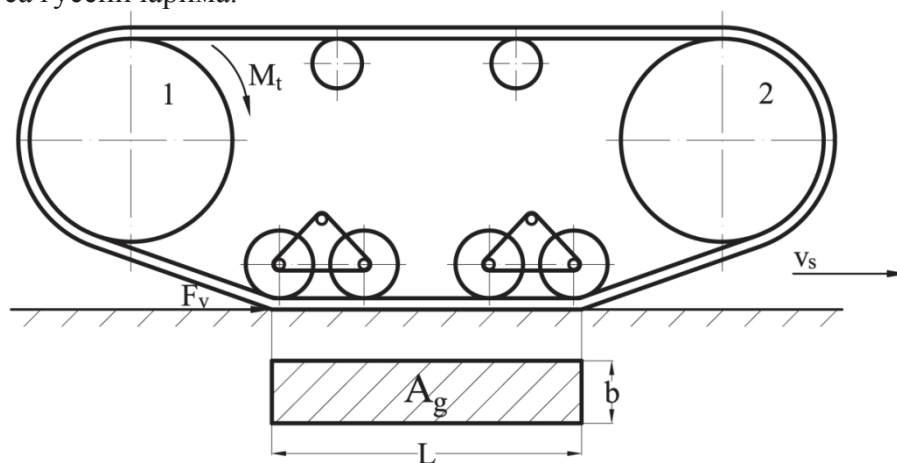
Специфични притисак p_{sr} израчунава се као однос тежине трактора гусеничара и контактне површине између гусенице и земљишта:

$$p_{sr} = \frac{G_t}{A_g} \quad (daN/cm^2) \text{ или } (kPa,) \quad (4.20)$$

где је:

- G_d (daN) - тежина трактора,
- L (cm) - дужина гусенице и
- b (cm) - ширина гусенице.

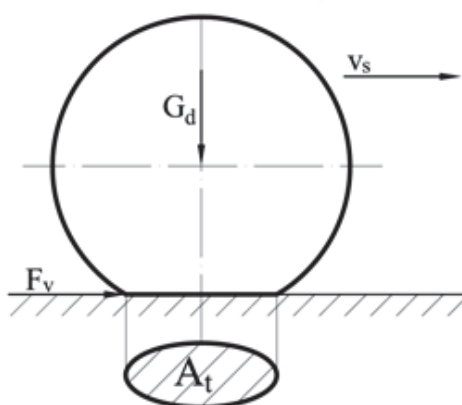
Генерално говорећи боље је за земљиште када је мањи специфични притисак, што је случај са гусеничарима.



Слика 4.52. Контактна површина код трактора гусеничара

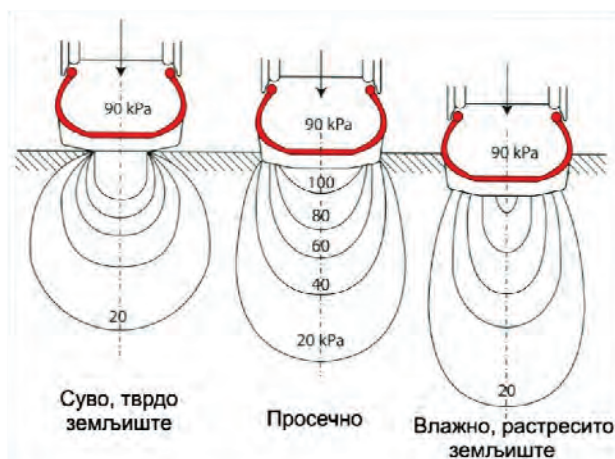
На исти начин израчунава се и специфични притисак код трактора точкаша, слика 4.53, односно према изразу:

$$p_{sr} = \frac{G_t}{A_t} \quad (daN/cm^2) \text{ или } (kPa) \quad (4.21)$$



Слика 4. 53. Контактна површина код трактора точкаша

Специфични притисак изазива простирање притиска, тј. напона по дубини као последица оптерећења земљишта. Притисак се простира по дубини у два правца, први је у смеру деловања нападне линије силе, а други правац је нормалан у односу на нападну линију силе и настаје од отпора померања и повлачења у земљишту. Најчешће се притисак представља у облику шкољкастог дијаграма, састављеног од кривих линија, при чему једној криви припадају притисци исте вредности, слика 4.54. Међутим, истраживањима је утврђено да специфични притисак има веће дејство у плићим слојевима земљишта, а да знатно већи утицај има тежина трактора. Другачије речено, при истом специфичном притиску а за различите тежине трактора разликује се простирање притиска по дубини. Веће је где је већа тежина трактора.



Слика 4.54. Распростирање притиска у различитом земљишту при истом специфичном притиску

4.5. ОДРЖАВАЊЕ ХОДНОГ СИСТЕМА

Посебну пажњу при чувању пољопривредних трактора треба посветити **пнеуматцима**.

Пнеуматик пољопривредног трактора представља најоптерећенији склоп који је уз то, истовремено, најизложенији и највећој могућности оштећења и сталног хабања у заиста агресивној средини у којој ради. Оваква ситуација иницира низ карактеристичних оштећења пнеуматика, која или могу да се спрече одређеним

режимом експлоатације или пак могу успешно да се отклоне, уколико се на време интервенише.

Постоји неколико карактеристичних оштећења тракторских пнеуматика:

- пуцање кордних нити,
- прскотине на гуми,
- оштећења при вучи,
- хабање на стрњишту,
- оштећења на тврдом путу,
- оштећење вентила,
- посекотине на протектору или боку и
- оштећења услед уља и масти.

Хабање пнеуматика у највећој мери зависи од подлоге на којој се остварује вуча, од процента клизања, режима и начина рада при којем се вуча остварује, и од одговарајућег притиска у пнеуматцима.

Издаци за гуме могу да се смање уколико се поштују следећа правила:

1. Куповати квалитетне гуме - што произвођачи морају да докажу гаранцијом за квалитет. Гаранција за квалитет тракторских гума треба да буде изражена временски - најмање годину дана (код камионских у пређеним километрима).
2. Гуме пре уградње чувати тако да не дође до пропадања. Не чувати нове гуме дуже од шест месеци, јер услед дугог стајања гума губи првобитна својства, смањује се еластичност, издржљивост и носивост.
3. У време док је трактор изван употребе треба их подићи на подметаче - клоцне, како не би лежали на гумама. Притисак снизити на 1/3 прописаног радног притиска.
4. Водити рачуна да гума не долази у контакт са хемијским средствима, нарочито ђубривом, горивом и мазивом. У шупама за смештај стајњака трактор не сме дуго да се задржава. Гуме треба редовно прати, ради одстрањивања блата, страних предмета и хемикалија са спољне гуме и између ребара.
5. Свакодневно контролисати притисак у пнеуматцима.
6. Ради повећања адхезионе силе пунити пнеуматике водом, односно суспензијом воде и калцијума или магнезијум-хлорида.
7. На посебној картици водити евиденцију о гумама. На картици отворити следеће рубрике: редни број, број гуме, датум куповине гуме, датум уградње, почетак важности гаранције, трајање гаранције, датум скидања (расходавања).
8. Истрошене гуме пажљиво прегледати.

У складишту где су спољне и унутрашње гуме ускладиштене температура мора бити у границама од - 10 до +20 °С, влажност до 65%, без промаје, а стакла прозора обојена црвеном или оранж бојом, односно, добро решење је да у складишту буде полумрак.

4.6. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Који је задатак уређаја за кретање?
2. Шта чини склоп предњег моста трактора?
3. Који су елементи точка?
4. Какви постоје пнеуматци према начину преклапања каркаса?
5. Од чега зависи носивост пнеуматика?

6. Шта означавају ознаке на пнеуматику?
7. Који су начини подешавања трага точкова?
8. Која је опрема за побољшање вуче трактора?
9. Навести предности и недостатке гусеничних ходних система.
10. Од којих склопова се састоји гусенична група?
11. Навести предности гумене гусенице.
12. Како се израчунава клизање?
13. Због чега је важан специфични притисак којим точак и гусеница дејствују на земљиште?
14. Како се правилно складиште пнеуматици?

5. СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ

Задатак система за управљање јесте да омогући промену правца кретања трактора и да одржава праволинијско кретање. Уређај за управљање треба да обезбеди:

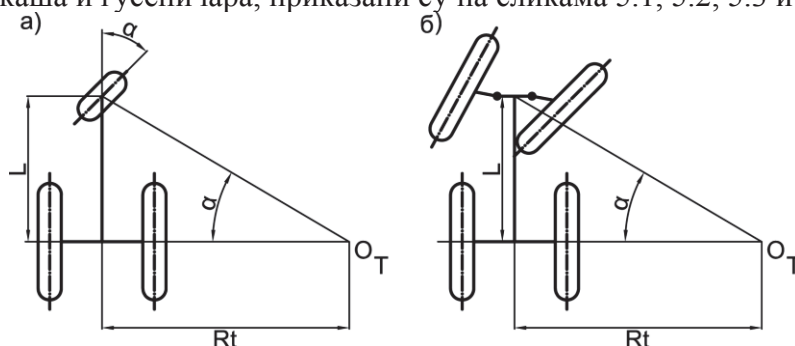
- лако управљање трактором, тј. мале вредности сила на волану, при релативно малим угловима закретања;
- велике маневарске способности трактора;
- што мање преношење удара са предњих точкова на точак управљача, одржавање пропорционалног односа силе на волану и момента који закреће точак;
- добро одржавање правца;
- отпорност у случају деловања случајних удара;
- стабилност на превртање;
- добро приањање у заокрету;
- мали полупречник и простор за окретање и
- могућности подешавања положаја управљача и реверзибилни управљач.

5.1 НАЧИНИ УПРАВЉАЊА

Постоје следећи начини управљања:

1. управљање са заокретањем комплетног моста,
2. управљање код трактора трицикла са предњим точком,
3. управљање са предњим точковима,
4. управљање са задњим точковима,
5. управљање са свим точковима,
6. управљање код зглобних трактора и
7. управљање код возила са више осовина.

Код **трицикл трактора** и **трактора стандардне концепције (4x2)S** и **(4x4)S** управљање се обавља закретањем предњих точкова. Сваки точак има своју осовину, која се окреће у вертикалном рукавцу, слика 5.1. Приликом закретања уздужне симетралне равни точкова остају паралелне. Начини окретања код трактора точкаша и гусеничара, приказани су на сликама 5.1, 5.2, 5.3 и 5.4.



Слика 5.1. Начини окретања: а) окретање трактора трицикла; б) окретање стандардних трактора

Радијус закретања код трицикл трактора и стандардних трактора концепције (4x2)S и (4x4)S израчунава се према изразу:

$$R_t = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (5.1)$$

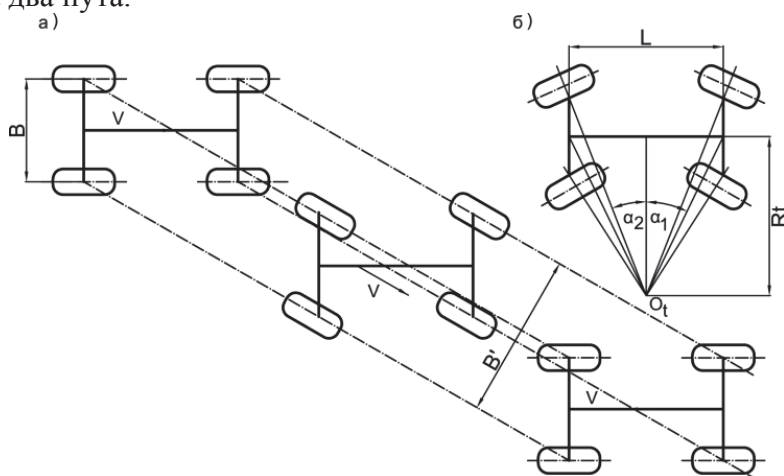
где је:

R_t - полупречник закретања око обртне тачке O_t

L - међуосовинско растојање

α - угао заокретања

Код **компактних трактора** точкови су велики и истих димензија ради повећања вучне силе. Због великих димензија вратила, точкови не могу да се пуно закрену за довољан угао, ради постизања минималног радијуса окретања. Због тога се управљање изводи не само на предњим, него и на задњим точковима, слика 5.2. За исту величину углова закретања и међуосовинског растојања, радијус закретања смањује се за два пута.

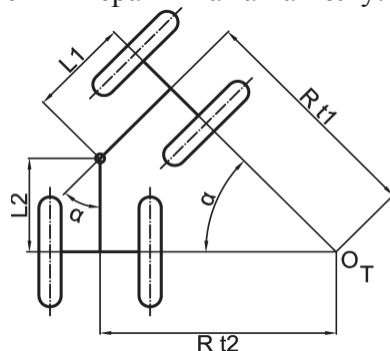


Слика 5.2. Начини окретања код компактнoг трактора: а) сви точкови закренути на исту страну; б) предњи и задњи точкови закренути у различите стране

Радијус закретања код компактних трактора концепције (4x4)К израчунава се према изразу:

$$R_t = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} \quad (5.2)$$

Зглобни трактори имају предњи и задњи оквир, који су зглобно повезани, слика 5.3. Закретање се обавља променом положаја предњег оквира у односу на задњи, односно преламањем. Померање предњег у односу на задњи оквир обављају хидраулички цилиндри двоструког дејства, тако што се један шири, а други увлачи. Зглобни трактори могу да имају хоризонтални и вертикални зглоб, да би точкови могли да се прилагођавају већим неравнинама на пољу.



Слика 5.3. Окретање код зглобног трактора

Радијуси закретања код зглобних трактора концепције (4x4)Z или (8x8)Z израчунавају се изразима:

$$R_{r1} = \frac{L_1 \cos \alpha + L_2}{\sin \alpha} \quad (5.3)$$

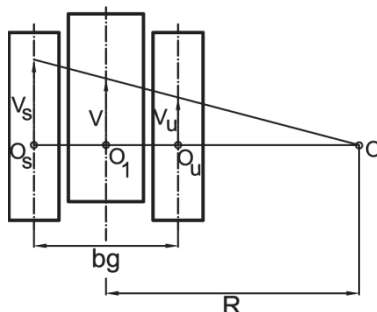
$$R_{r2} = \frac{L_2 \cos \alpha + L_1}{\sin \alpha}, \quad (5.4)$$

где је:

L_1 - растојање од осе задњег моста до зглоба окретања

L_2 - растојање од осе предњег моста до зглоба окретања

Трактори гусеничари окрећу успорењем или заустављањем једне или друге гусенице, слика 5.4.



Слика 5.4. Окретање код трактора гусеничара.

Код **трактора гусеничара** радијус закретања израчунава се према изразу:

$$R = \frac{v_s + v_u}{v_s - v_u} \cdot \frac{b_g}{2}, \quad (5.5)$$

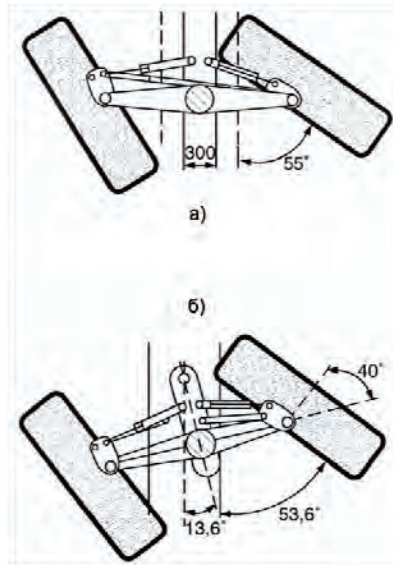
где је:

v_s - брзина спољашње гусенице

v_u - брзина унутрашње гусенице

b_g - растојање између гусеница

Код неких трактора ради повећања угла закретања точкова и смањења радијуса окретања постоји могућност и закретања предњег моста, слика 5.5. Трактори „њу холанд“ (New Holand) поседују систем „супер стир“ (*Super Steer*) који омогућава закретање предњег моста за $13,6^\circ$, што са закренутошћу самих предњих точкова од $53,6^\circ$, даје укупну закренутошћу од $67,2^\circ$.



Слика 5.5. Начини управљања: а) закретањем предњих точкова; б) закретањем предњих точкова и предњег моста

5.2. СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ТРАКТОРА ТОЧКАША

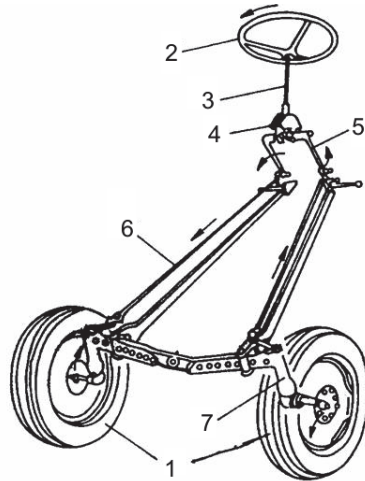
Системи за управљање према начину преношења енергије од возача до точкова могу бити:

1. Механички
 - 1.1. симетрични и
 - 1.2. асиметрични
2. Хидраулички
 - 2.1. са серво-појачивачем и
 - 2.2. хидростатички.

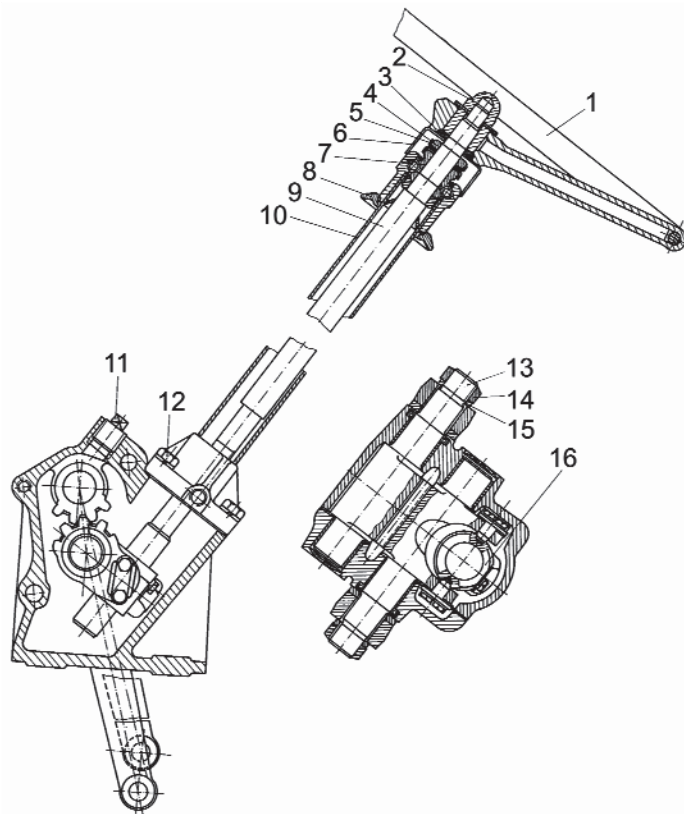
Механички системи за управљање преносе само енергију возача с управљачког точка на предње управљачке точкове. Због тога, користе се само код малих трактора, јер би код великих трактора управљање било веома тешко.

5.2.1. Симетрични систем за управљање

Симетрични систем за управљање имају мали ИМТ трактори. Систем је приказан на сликама 5.6. Систем се састоји од управљачког точка (2), управљачког механизма (4), два рамена (5) и две управљачке споне (6). Два управљачка рамена (5) и споне (6), спојене са раменима осовинице вертикалног рукавца, преносе кретање управљачког точка(2) на рукавце (7) и на тај начин закрећу точкове (1).



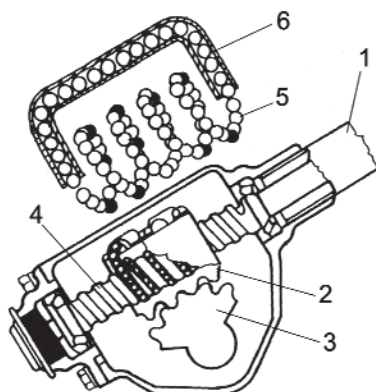
Слика 5.6. Симетрични систем за управљање: 1. предњи точкови; 2. управљачки точак; 3. вретено управљачког точка; 4. управљачки механизам; 5. раме; 6. управљачка вучна спона; 7. осовиница рукаваца точка



Слика 5.7. Изглед пресека управљачког механизма: 1. управљачки точак; 2. затворена навртка; 3. заптивач; 4. ниска навртка; 5. осигуравајућа подлошка; 6. капа; 7. лежајна навртка; 8. гумена огрлица; 9. вретено; 10. кућиште стуба управљачког точка; 11. чеп; 12. завтрањ; 13. горњи сегментни зупчаник; 14. навртка; 15. подлошка; 16. лоптаста навртка

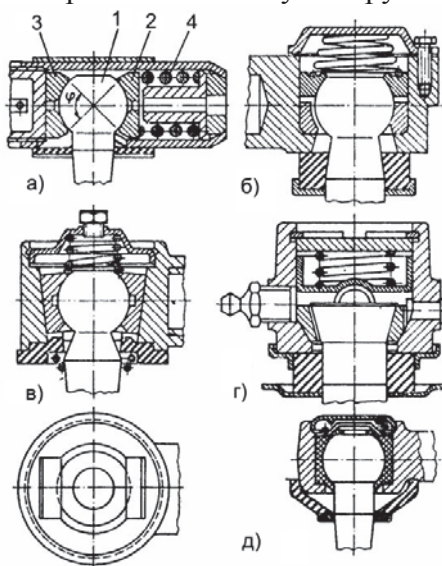
Управљачки механизам је типа пужа и навртке са путујућим куглицама, слика 5.7. Пренос се са вретена (1) на навртку (2) обавља посредством куглица (5), чиме је знатно смањено трење између елемената који се крећу. Куглице се крећу у непрекидном низу од доњег до горњег краја, а враћају се са горњег краја на доњи кроз цев (6). Окретањем управљачког точка, навртка (2) се креће по вретену (1), а

ово кретање се преко спољашњег озубљења на навртки преноси на назубљени сегмент (3), који је причвршћен на осовину рамена. На тај начин се лево раме повлачи напред или назад. Пренос на десно раме обавља се преко пара зупчаника и осовине тог рамена.



Слика 5.7. Управљачки механизам са путујућим куглицама: 1. вретено управљачког точка; 2. навртка; 3. назубљени сегмент, Lajos (1998)

Управљачке споне састоје се од цеви споне и по једног лоптастог зглоба са конусним рукавцем, увртнутим на једном и на другом крају цеви споне и осигураним обујмицама. Конструкције зглобова спона дате су на слици 5.8. У зглобовима могу да буду и опруге за поништавање зазора, слика 5.8а, 5.8б, 5.8в и 5.8д. Лоптасти део рукавца (1), слика 5.8а, смештен је између сферних површина (2) и (3) у глави споне, који је увек затворен неким поклопцем. За подмазивање зглобова уграђене су мазалице, слика 5.8в и 5.8г, а маст се задржава гуменом заштитном капом навученом преко сваког конусног рукавца.

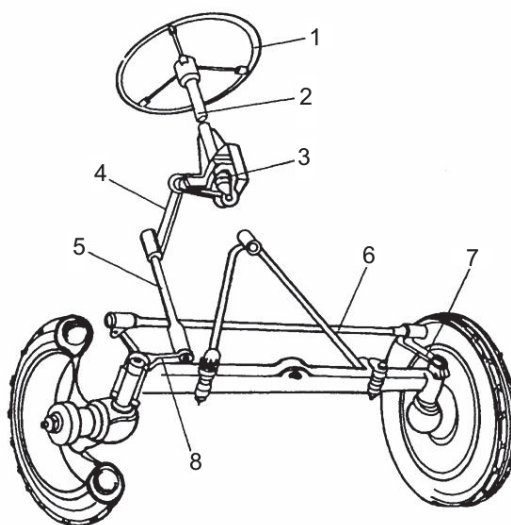


Слика 5.8. Конструкције зглобних веза: а), б), в) и д) лоптасти зглобови; г) конусни зглоб: 1. лоптасти део, 2, 3. сферне површине; 4. опруга

5.2.2. Асиметрични систем за управљање

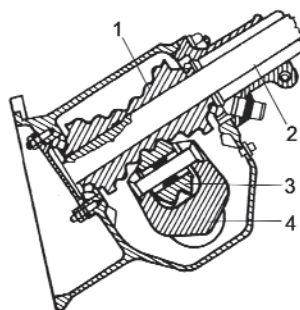
Асиметрични систем за управљање има само једну вучну спону (5), слика 5.9. Вучна спона (5) делује непосредно на рукуницу десног точка (8). Кретање се са овог точка преноси преко рукунице (8) и попречне споне (6) на раме левог точка

(7), које закреће осовиницу левог точка. Овакав систем за управљање има трактор Раковица 65.



Слика 5.9. Асиметрички систем за управљање: 1. управљачки точак; 2. вретено управљачког точка; 3. управљачки механизам; 4. раме; 5. вучна спона; 6. попречна спона; 7. раме осовинице рукавца левог точка, 8. рукуница десног точка

Механизам за управљање је глобоидни пужни пар, слика 5.10, при чему се на вретену управљачког точка (2) налази пужница (1), а пужни зупчаник (3) на осовини рамена (4). Оно по чему се карактерише глобоидни пужни пар је различит пречник пужнице по дужини. Наиме, на средини је најмањи, а на крајевима највећи. Оваквом конструкцијом ублажавају се вибрације и удари, који се са предњих точкова преносе на управљачки точак.



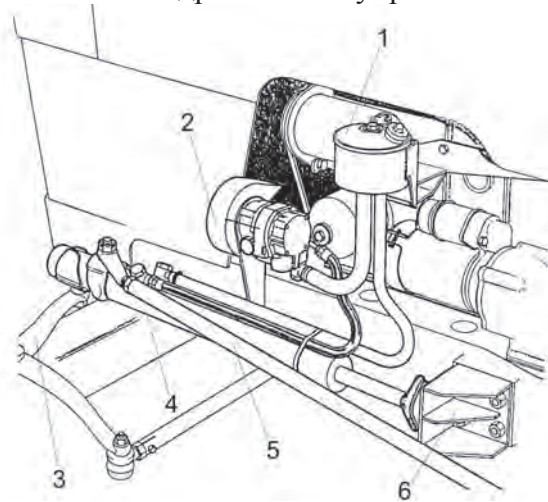
Слика 5.10. Глобоидни пужни пар: 1. глобоидни пуж; 2. вретено управљачког точка; 3. пужни точак; 4. осовина рамена, Lajos (1998)

5.2.3. Хидромеханички систем за управљање

Хидромеханички систем за управљање је уствари сервомеханизам. Поред елемената механичког система, као што су коленасто раме (3) и вучна спона (5), систем поседује резервоар (1), пумпу (2) и разводник са хидрауличким цилиндром (4), слика 5.11. Клипњача цилиндра (4) једним је крајем зглобно повезана са шасијом трактора, док је цилиндар зглобно повезан са коленастим раменом (3). До закретања предњих точкова долази померањем хидрауличког цилиндра у односу на непокретну клипњачу. Уље под притиском даје пумпа за уље (2), која усисава уље из резервоара (1). Окретањем управљачког точка, помера се раме, које помера вучну спону (5). Вучна спона (5) делује преко прикључка на разводни вентил, који

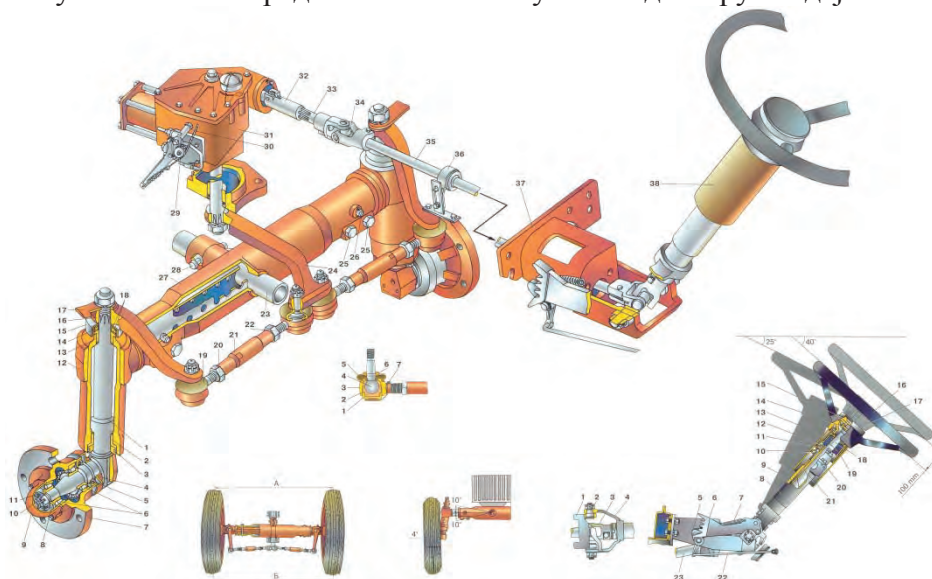
се помери и усмери уље на одговарајућу страну клипа хидруличког цилиндра. Услед деловања притиска уља на клип, помера се хидраулички цилиндар, који даље гура или повлачи рукуницу (3), те се предњи точкови закрећу на одговарајућу страну. Закретањем управљачког точка вучна спона преноси енергију возача и дејствује осим на разводник и на цилиндар. Уље у цилиндру појачава дејствовање возача на полуге, па се зато овакав механизам назива и сервомеханизам.

Хидромеханички систем за управљање данас се ретко користи и представља прелазну фазу са механичког на хидростатичко управљање.



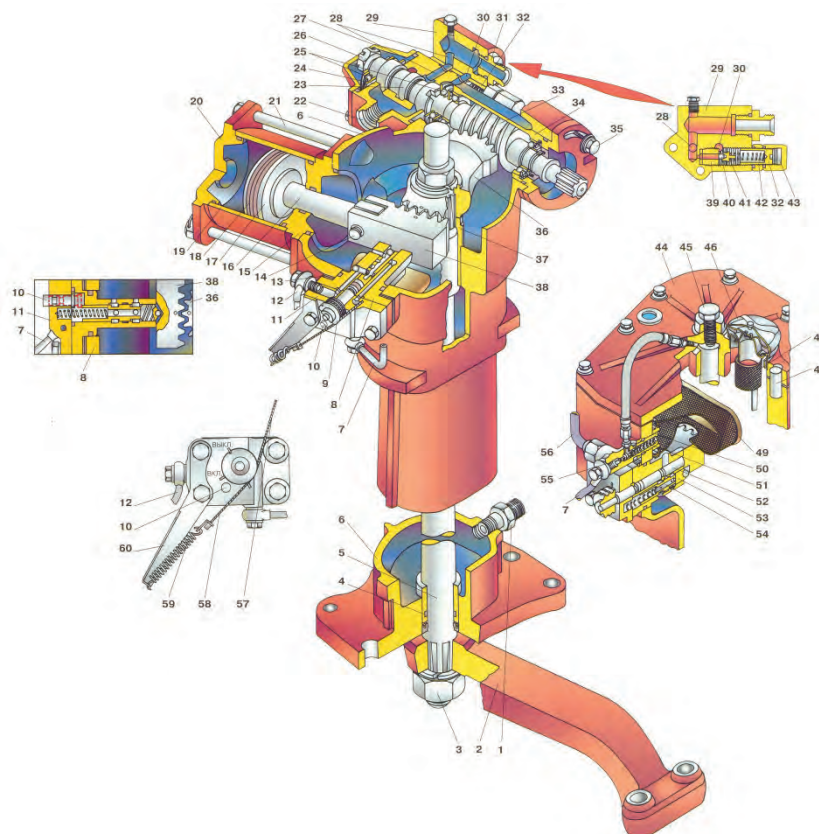
Слика 5.11. Хидромеханички систем за управљање: 1. резервоар; 2. пумпа; 3. рукуница осовинице вертикалног рукавца; 4. хидраулички цилиндар са разводником; 5. вучна спона; 6. шасија трактора, Bell (1989)

Трактори МТЗ 80/82 поседују хидромеханички систем за управљање, слике 5.12 и 5.13. Закретањем управљачког точка окреће се управљачко вретено, које се завршава пужним зупчаником и разводним вентилом. Пуж је спрегнут са назубљеним сегментом, који се налази на вратилу за закретање управљачких спона и на другом крају има исто назубљени сегмент, који је спрегнут са назубљеном летвом. Назубљена летва представља клипњачу клипа двоструког дејства.



Слика 5.12. Хидромеханички систем за управљање на тракторима МТЗ 80/82

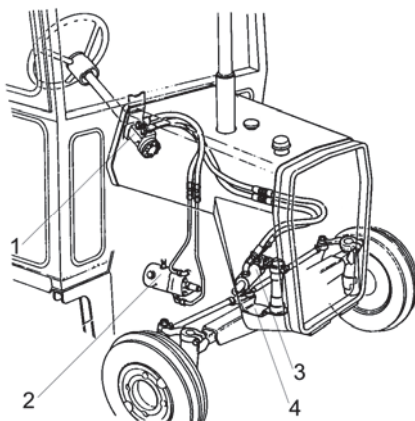
Окретањем управљачког точка руковалац делује посредством вретена на вратило управљачких спона и даље на споне које закрећу точкове. Такође, окретањем вретена помера се разводни вентил, који усмерава уље под притиском са једне или друге стране клипа двоструког дејства, а померање клипа преноси се на назубљену летву која делује на други крај назубљеног сегмента, који закреће вратило управљачких спона. На тај начин уље појачава деловање руковалаца на вратило управљачких спона.



Слика 5.13. Хидромеханички систем за управљање на тракторима МТЗ 80/82

5.2.4. Хидростатички систем за управљање

Хидростатички систем за управљање данас је најзаступљенији систем управљања. Код овог система нема механичких полуга, слика 5.14, него сила за управљање хидраулички преноси од пумпе до хидрауличког цилиндра. Елементи хидростатичког система су разводник (1), пумпа (2), хидраулички цилиндар (3) и споне (4). Пумпа (2) даје уље под притиском, које се потискује до разводника (1). Разводник разводи уље које одлази у цилиндар, шаљући га са једне или друге стране клипа цилиндра. Цилиндар је двоструког дејства, његова клипњача делује на попречне споне (4), које закрећу преко рамена точкове у једну или другу страну. Разводник у себи има ручну пумпу. Ова пумпа служи за потискивање уља до хидрауличког цилиндра када мотор не ради, а постоји потреба да се шлепа трактор.



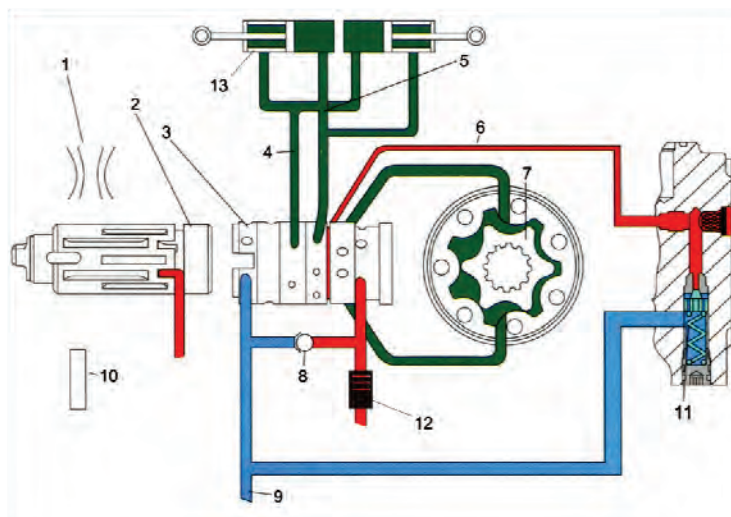
Слика 5.14. Елементи хидростатичког система за управљање: 1. разводник вентил; 2. пумпа; 3. хидраулички цилиндар; 4. споне, Bell (1989)

Код тешких трактора систем за управљање је део комплетног хидрауличког система трактора. Хидраулички систем управља кочницама, системем за управљање, трансмисијом, доњим подизним полугама и спољним изводима. Систем за управљање, као део интегралног хидрауличког система, имају и трактори „џон дир“ серије 8020, слика 5.15. Систем за управљање је хидростатички и састоји се од стуба точка управљача, склопа вентила приоритета/разводни и два управљачка цилиндра (13). Цео систем је хидраулички без механичких веза између склопа вентила приоритета/разводни и предњих точкова. Која ће количина уља директно тећи ка управљачким цилиндрима преко склопа вентила зависи од угла закреног точка управљача. Сав вишак уља и повратно уље преко канала одлази до трансмисије (9). Уколико пумпа или мотор не ради, потребна количина уља за управљање добиће се од пумпе која се налази у трансмисији, преко погона точкова. Улазни контролни вентил (12) спречава губитак уља из система за управљање, када није доступан висок притисак уља. Склоп је причвршћен на централном делу рама кабине испод стуба управљача. Сигурносни вентил је постављен на вентилу осетљивости на оптерећење и није подесив. Сигурносни вентил штити притисак осетљив на оптерећење од прекомерног улазног притиска за управљање који може да изазове затварање вентила приоритета. Затварањем вентила приоритета блокираће се ток уља према трансмисији, што ће довести до повећања улазног притиска за управљање на превеликих 208 бара.

Систем за управљање снабдева се од примарне зупчасте пумпе, тако што уље улази у склоп вентила приоритета, а затим улази у клипни (2) и цевасти вентил (3) и орбитрол (7).

Хидраулички цилиндри за управљање (13) су преспојени цревом, ради пребацивања потискиваног уља из једног у други цилиндар и не постоји посебан повратни вод.

Када је систем за управљање у неутралном положају клипни (3) и цевасти (2) вентили су стационарни и поравнати опругом (1). Уље између хидрауличких цилиндара, орбитрола (7) и цевастог вентила је блокирано. Пошто притисак уља расте потискује се опруга на вентилу приоритета и уље иде ка трансмисији.



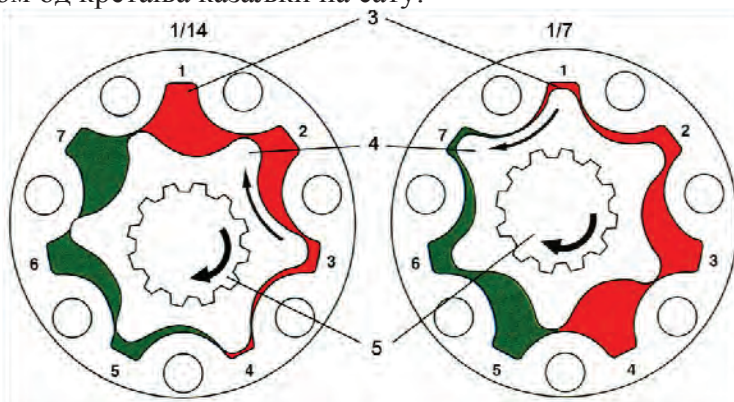
Слика 5.15. Неутрални положај система за управљање код трактора „дон дир“, серије 8020: 1. опруга за центрирање; 2. клипни вентил; 3. цеваста вентил; 4. вод за закретање точкова улево; 5. вод за закретање точкова удесно; 6. вод за осетљивост на оптерећење; 7. унутрашњи ротор; 8. једносмерни вентил; 10. чивија; 11. вентил осетљивости на оптерећење; 12. улазни контролни вентил; 13. хидраулички цилиндар

Разводни вентил састоји се од клипног (1) и цевастог вентила (2), слика 5.16. Клипни вентил повезан је са вретеном управљачког точка. Цеваста вентил повезан је с унутрашњим ротором орбитрола (4), посредством вратила (5). Орбитрол делује као пумпа за дозирање уља током процеса закретања точкова. Цеваста и клипни вентили међусобно су повезани са чивијом (6). Широк размак између чивије и клипног вентила дозвољава ограничено обртање клипног унутар цевастог вентила, када се окреће управљачки точак. Обртањем управљачког точка клипни вентил (1) окреће се у цевастом вентилу (2), тако да се канали на клипном вентилу поравнају са каналима на цевастом вентилу и уље почиње да пролази кроз вентиле. Уље се затим усмерава на пумпу дозатор – орбитрол, где се обрће унутрашњи ротор (4). Вратило (5) спаја унутрашњи ротор са цевастим вентилом, који обезбеђује да се прекине ток уља када точкови дођу у жељени положај. Чивија (6) дозвољава кретање клипног вентила до 8° .



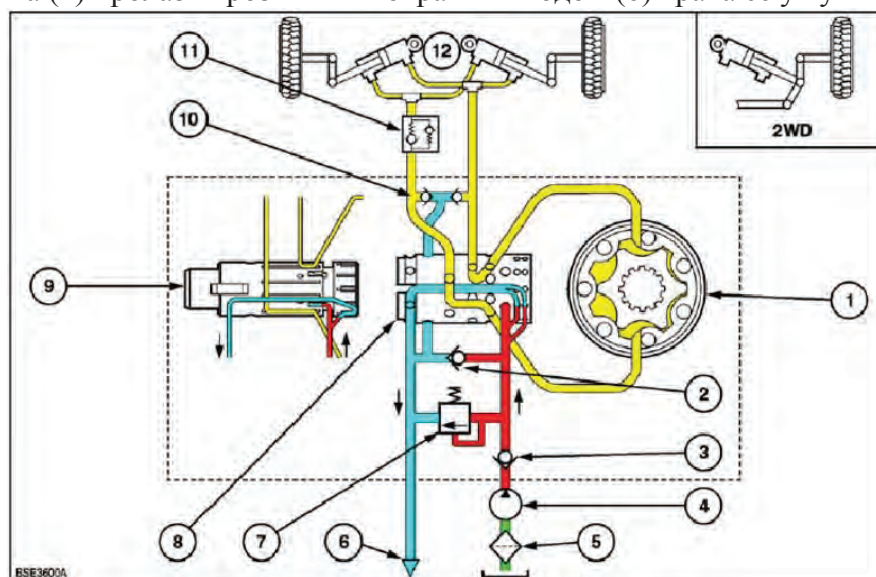
Слика 5.16. Делови орбитрола: 1. клипни вентил; 2. цеваста вентил; 3. спољашњи ротор; 4. унутрашњи ротор; 5. вратило; 6. чивија

Спољашњи ротор (3) има укупно седам зубаца, док унутрашњи ротор има шест посебно профилисаних зубаца, слика 5.17. У принципу оба ротора представљају зупчасту пумпу с унутрашњим узубљењем. Обртање вратила у смеру кретања казaljки на сату изазива унутрашњи ротор да се креће по спољашњем ротору у смеру супротном од кретања казaljки на сату.



Слика 5.17. Обртање унутрашњег у спољашњем зупчанику: 3. спољашњи ротор; 4. унутрашњи ротор; 5. вратило

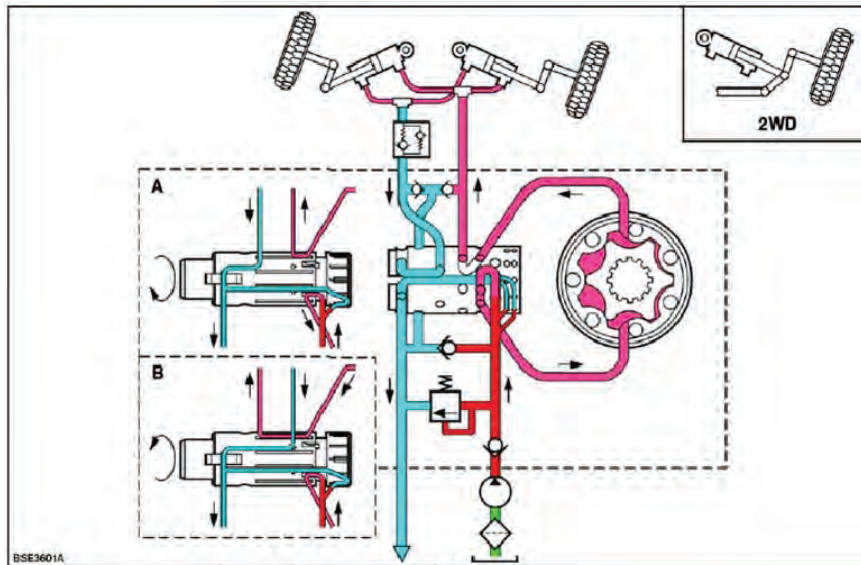
На тракторима Кејс Максум користи се исто хидростатички систем за управљање, слика 5.18 и 5.19. На слици 5.18 приказан је неутрални положај. У неутралном положају опруга држи поравнате клипни (9) и цевasti (8) вентил, тако да уље које шаље пумпа (4) пролази кроз њих и повратним водом (6) враћа се у кућиште.



Слика 5.18. Неутрални положај: 1. пумпа дозатор; 2. контролни вентил; 3. једносмерни вентил; 4. пумпа; 5. филтер; 6. повратни вод; 7. сигурносни вентил; 8. цевasti вентил; 9. клипни вентил; 10. усисни вентил (само 2WD); 11. вентил двоструког дејства (само 2WD); 12. управљачки цилиндри

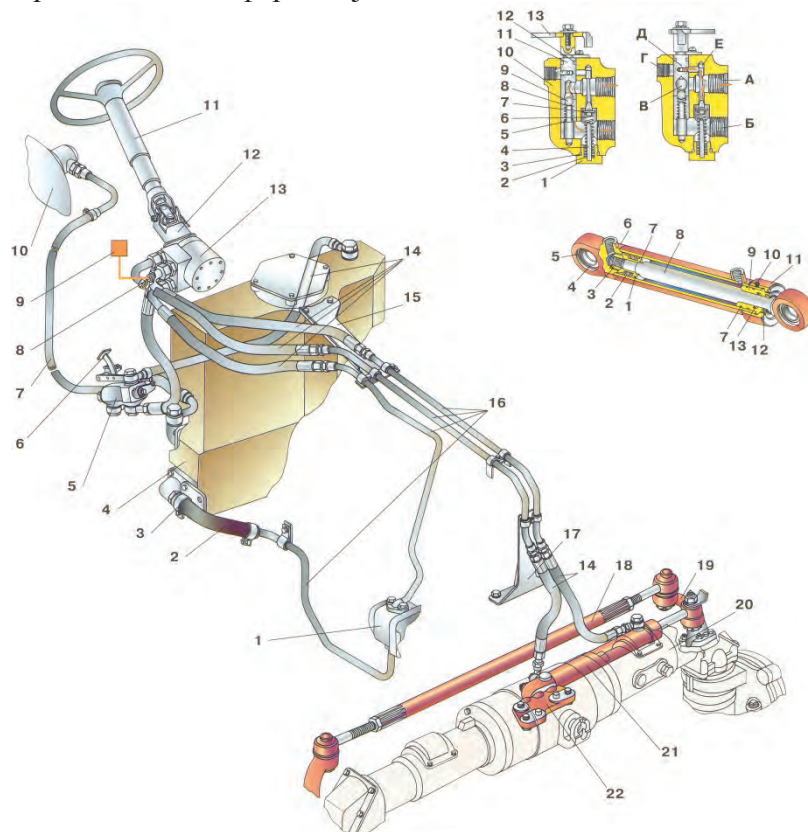
Закретањем управљачког точка закреће се клипни вентил (9) унутар цевастог вентила (8), да би након закретања од 8° цевasti вентил такође почео да се закреће, што уље омогућава да улази у пумпу дозатора (1), слика 5.19. Наставком закретања клипног вентила мало вратило закреће унутрашњи ротор унутар спољашњег, чиме се уље дозира и усмерава ка управљачким цилиндрима (12). Чим се ослободи управљачки точкак опруга поравнава клипни и цевasti вентил, односно враћа их у

неутрални положај. У случају да не ради напојна пумпа (4) руковалац закретањем управљачког точка сопственом снагом погони пумпу дозатор (1), која шаље уље у управљачке цилиндрице (12).



Слика 5.19. Положај закретања

Хидростатички систем код трактора МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952 приказан је на слици 5.20. Од система за управљање узима се део уља под притиском за рад блокаде диференцијала.



Слика 5.20. Хидростатички систем за управљање на тракторима МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952.

5.4. ГЕОМЕТРИЈА И КИНЕМАТИКА УПРАВЉАЧКИХ ТОЧКОВА

Положај управљачких точкова, дефинисан је одређеним угловима. Код управљачких точкова се разликује:

- усмереност, тј. конвергентност точкова, слика 5.21;
- угао затура точка - γ , слика 5.22 и
- угао бочног нагиба точка и осовинце вертикалног рукавца - α_t и α_o , слика 5.23.

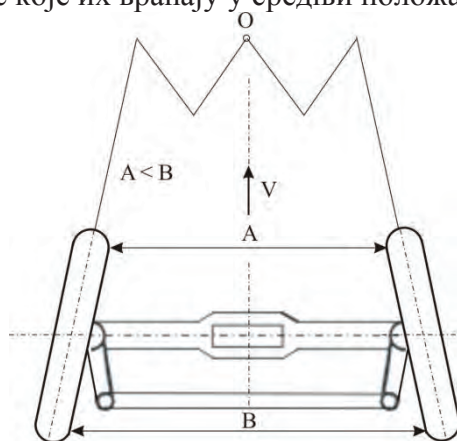
Када се точкови посматрају одозго, равни точкова нису паралелне, него је растојање у предњем делу В мање од растојања у задњем делу точкова (А). Разлика између ових растојања може да буде до 10 mm. Овакав положај точкова назива се усмереност или конвергентност точкова. Циљ постављања точкова у овакав положај јесте да су точкови и споне система за управљање напрегнути. Напрегнутост спона поништава зазоре у зглобним везама, па нема шетања точкова у једну или другу страну, односно лакше се одржава жељени правац кретања.

Бочни нагиб точка α износи 2 до 3°. Бочни нагиб олакшава закретање точкова у кривини. Осим тога, лежаји точкова су стегнути, па се точкови возе без зазора.

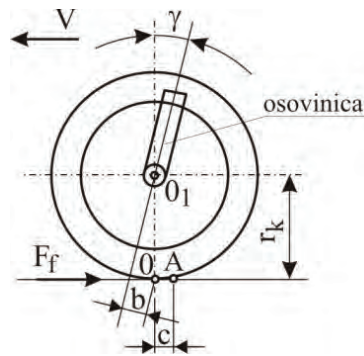
Бочни нагиб осовинице вертикалног рукавца γ омогућава враћање точкова у средњи положај и износи 3 до 7°. Удаљеност места где оса вратила точка удара о земљу од места додира пнеуматика са земљиштем постаје мање, па трактор лакше закреће у страну, јер је мањи обртни момент који дејствује на предњи точак, а који треба да савлада руковалац. С обзиром на то да на оба точка дејствују обртни momenti супротног смера, уколико су точкови закренути, након отпуштања управљачког точка предњи точкови враћају се у средњи положај.

Угао затура точка β износи 1 до 5°. Оса вертикалног рукавца удара у земљу испред места додира пнеуматика са подлогом, па и сила кретања захвата за земљу испред места додира. Та сила вуче предњи точак, а не гура. Због тога се приликом закретања улево или удесно, сам точак враћа у средњи положај, односно у положај за вожњу у праволинијском правцу.

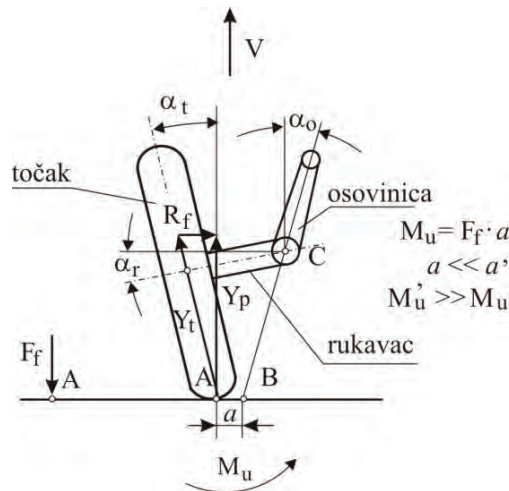
Комбиновањем бочног нагиба осовинице и затура точка постиже се стабилност вожње. Точкови се возе право унапред, а ако наиђу на препреку која их скреће са правца, појављују се силе које их враћају у средњи положај.



Слика 5.21. Усмереност, тј. конвергентност точкова, Николић и сар. (2013)



Слика 5.22. Угао затура точка - γ , Николић и сар. (2013)



Слика 5.23. Бочни нагиб точка и осовинице вертикалног рукавца - α_t и α_o , Николић и сар. (2013)

5.4. СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ ТРАКТОРА ГУСЕНИЧАРА

Трактори гусеничари закрећу у кривини тако што једна од гусеница треба да се заустави или успори, а пошто се друга гусеница и даље креће, трактор заокреће око заустављене гусенице.

Конструкције система за управљање гусеницама могу да буду:

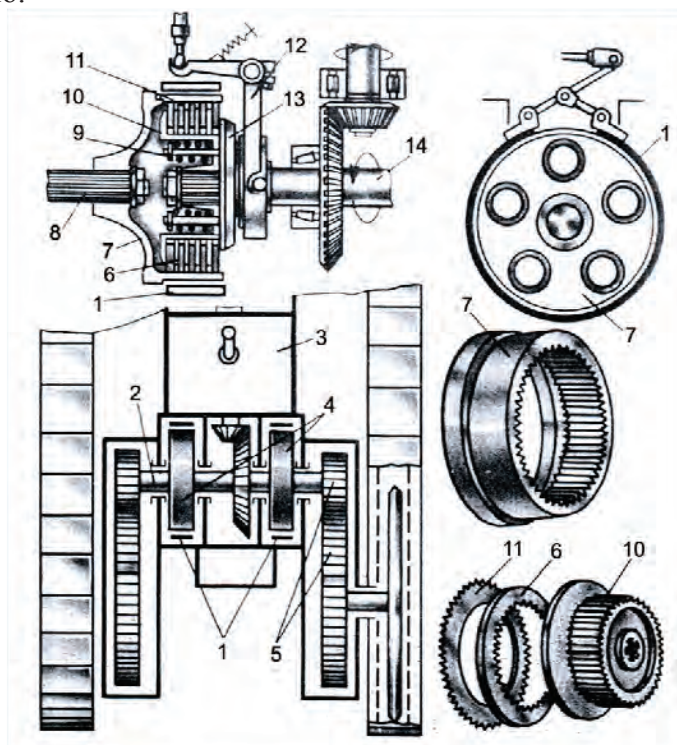
1. са бочним спојницама,
2. са планетарним механизмом,
3. са диференцијалом и
4. комбиновани систем.

5.4.1. Управљање бочним спојницама

Код гусеничара са бочним спојницама, слика 5.24, управљање се обавља тако што се посредством спојница прекида погон од мотора до гусенице. Да би се погон прекинуо спојница треба да се искључи, тј. растави. Ове спојнице су вишеламеласте фрикционе. Спојница се састоји од погонског (унутрашњег) добоша (10) на којем су посредством ожлебљења узубљене ламеле, тј. погонски дискови (6) и гоњеног (спољашњег) добоша (7) са којим су преко ожлебљења узубљени гоњени дискови (11), односно ламеле. Гоњени дискови с обе стране имају облоге од фрикционог материјала, док су погонски дискови метални без фрикционог

материјала. Притискајући диск (13) окреће се заједно с погонском страном. Под дејством опруга (9) притискајући диск (13) се привлачи и сабија погонске и гоњене дискове, тако да се услед трења између њих успоставља чврста веза и обавља пренос снаге са вратила диференцијала (14) на вратило (8) повезано са погонским точком гусенице.

Када се повуче полука за искључење (12), покрет ове полуке се пренесе на виљушку, која повлачи притискајући диск (13). Померањем диска (13) још више се сабијају опруге (9), тако да нестане притисак диска на погонске и гоњене дискове и они се раставе, па се спојница искључи. Тада долази до прекида преноса снаге из главног преносника на гусеницу и гусеница се зауставља. Ослобађањем полуке (12) спојница се поново укључи и настави пренос снаге на гусеницу. Тракасту кочницу (1) треба укључити, уколико постоји потреба да се трактор окрене у месту или да се окрене са што мањим радијусом закретања. Трака кочнице је постављена око гоњеног добоша (7). Када се активира трака, добош се потпуно зауставља. Осим ове улоге, тракаста кочница има задатак да успорава или заустави гусеничар у месту, ако је то потребно.



Слика 5.24. Систем за управљање код гусеничара: 1. тракаста кочница; 2, 8, 14. вратила; 3. кућиште трансмисије; 4. вишеламеласте спојнице; 5. завршни пренос; 6. погонски диск; 7. гоњени добош; 9. опруга; 10. погонски добош; 11. гоњени диск; 12. полука; 13. притискајући диск

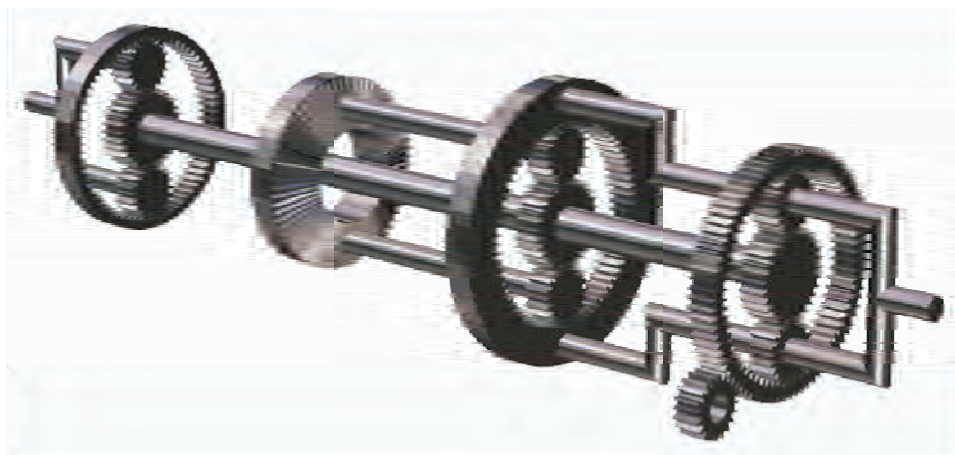
5.4.2. Управљање планетарним механизмом

Код савремених трактора гусеничара користе се планетарни преносници, који имају задатак да обезбеде различите брзине кретања гусеница при криволинијском кретању.

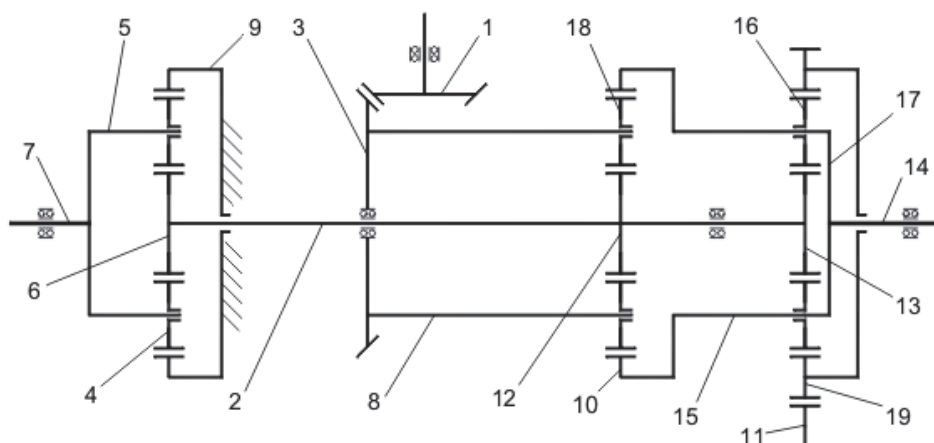
Планетарни преносник за управљање трактором гусеничаром фирме „Челендер“, слика 5.25, 5.26, је сожени диференцијални планетарни преносник који се састоји из три групе планетарних зупчаника. Прва група планетарних зупчаника су

планетарни зупчаници за управљање, друга група су планетарни зупчаници за погон и трећа група су зупчаници за изједначавање снаге.

Овај планетарни преносник такође омогућава ротацију трактора око кинематског центра.



Слика 5.25. Планетарни преносник за погон гусеница трактора „челенџер“



Слика 5.26. Шема планетарног преносника за погон гусеница трактора „челенџер“ (Challenger): 1. погонски конусни зупчаник; 2. централно вратило; 3. тањирасти зупчаник; 4. сателити; 5. носач сателита; 6. сунчани зупчаник; 7. лево полувратило; 8. носач сателита; 9, 10. прстенасти зупчаник; 11. зупчаник хидромотора; 12. сунчани зупчаник; 13. сунчани зупчаник; 14. десно полувратило; 15. носач сателита; 16. сателити (управљачки); 17. носач сателита; 18. сателити (погонски); 19. назубљени венац;

Руководалац трактором управља помоћу управљачког точка. Само управљање се остварује помоћу хидромотора, који погони зупчаник (19), а не преко вишеламеластих спојница и тракастих кочница, као на ранијим решењима. Погон је дакле комбинован, хидростатички и механички, слика 5.27.

Кретање право

Снага од мотора преко мењача одвија се кроз погонски конусни зупчаник (1) до тањирастог зупчаника (3). Тањирасти зупчаник (3) преко носача сателита (8) предаје снагу сателитима (18). Снага од сателита (18) одвија се у два правца. Половина снаге, која је мање брзине и већег обртног момента шаље се до носача

сателита (17). Носач сателита (17) шаље снагу кроз носач сателита (15) ка десном полувратилу (14).

Друга половина снаге која је веће брзине и мањег обртног момента шаље се до сунчаног зупчаника (12). Сунчани зупчаник (12) преко централног вратила (2) шаље снагу до сунчаног зупчаника (6). Снага од сунчаног зупчаника (6) је веће брзине и мањег обртног момента. Ова снага се конвертује у мању брзину и већи обртни момент путем следећих компоненти: сателита (4), носача сателита (5) и прстенастог зупчаника (9). Затим се та снага шаље преко носача сателита (5) до левог полувратила. Оба полувратила имају исту снагу, правац и брзину ротације.

Скретање трактором лево или десно

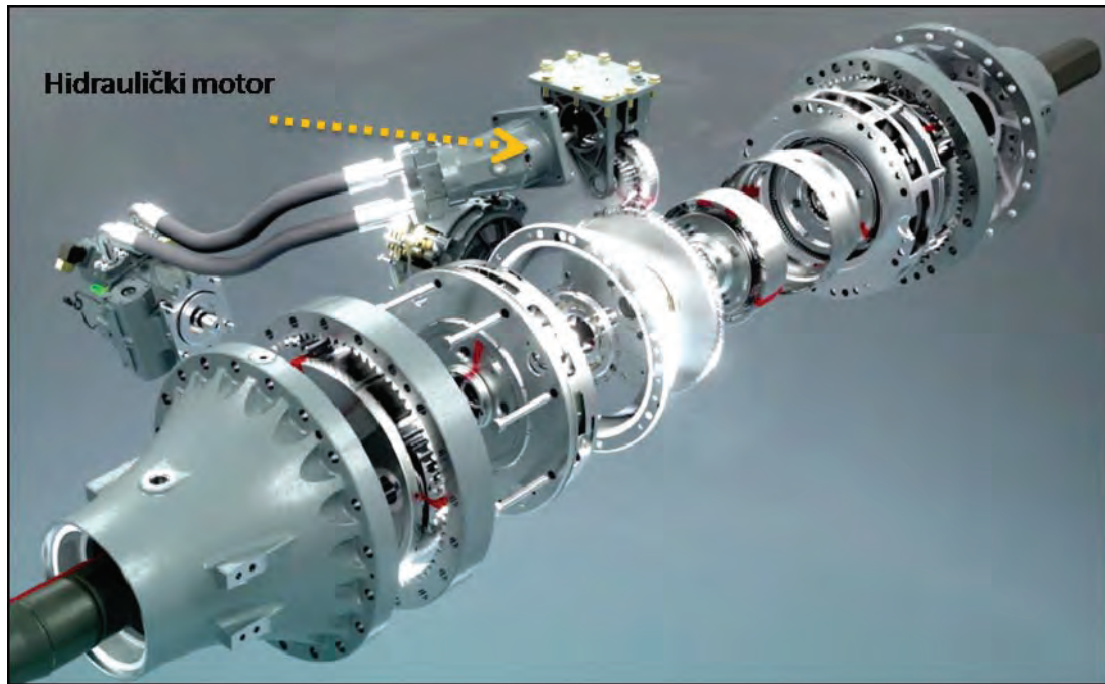
Када трактор скреће у једну или другу страну погон од мотора одвија се као у претходном случају (кретању право). При скретању лево, хидромотор погони зупчаник (19) у истом смеру као и зупчаник (3). Зупчаник (10) такође има исти смер ротације, као и зупчаник (3). Када се зупчаник (19) окреће у истом смеру, као и зупчаник (3), долази до повећања брзине зупчаника (10) и десног полувратила (14), а смањивања брзине левог полувратила (7). Колико се повећала брзина десног полувратила (14), за толико се смањила брзина левог полувратила (7).

При скретању десно, хидромотор погони зупчаник (19) у супротном смеру од зупчаника (3). Зупчаник (10) такође има супротан смер ротације у односу на зупчаник (3). У овом случају се повећава брзина левог полувратила (7), док се брзина десног полувратила (14) смањује.

Када трактор скреће на леву или десну страну погон одвија се из два правца, од мотора преко мењача и зупчаника (1) и од хидромотора преко зупчаника (19). У погонској групи планетарних зупчаника (зупчаници 12, 18 и 10) долази независно до гранања снаге, као што је то описано у кретању трактора право. При томе долази до сабирања ове две снаге јер се зупчаник (12) погони од различитих елемената планетарног преносника.

Ротација трактора око кинематског центра

При ротацији трактора око кинематског центра мењач је у неутралном положају, а конични зупчаник (1) укочен. Погон иде само од хидромотора преко зупчаника (19) и сателита (16) на зупчаник (10) погонске групе планетарног преносника. Овде се снага грана на раније описан начин и у зависности од смера обртања зупчаника (19) трактор се ротира на једну или другу страну. У овом случају полувратила имају исту брзину, али супротан смер ротације.



Слика 5.27. Задњи мост трактора „челенцер“, МТ 700 и 800

5.5. ОДРЖАВАЊЕ СИСТЕМА ЗА УПРАВЉАЊЕ

Исправност система за управљање веома је важна за безбедну вожњу. Због тога, свакодневно морају да се спроводе мере контроле и редовног техничког одржавања. Одржавање обухвата подмазивање зглобова уздужне и попречне споне, контролу нивоа уља у кућишту управљачког механизма и замену уља према препорукама произвођача система за управљање или трактора. Свакодневно, пре почетка рада, треба да се преконтролишу и зазори у зглобовима уздужне и попречне споне, као и у управљачком механизму. Подешавање зазора, односно узубљивање зупчаника у управљачком механизму, код система са две уздужне споне обавља се помоћу завртња са контраматицом, која се налази на кућишту. Дозвољени ход управљачког точка (волана) према прописима износи $\pm 18^\circ$.

Подешавање код система са глобоидним пужним паром и једном уздужном споном, обавља се помоћу листића, који регулишу затегнутост конусних лежаја пужног завртња и помоћу посебног завртња са контранавртком, који омогућавају приближавање озубљеног ваљчића пужног завртња.

Уколико се током вожње примети да трактор „шета“ лево/десно треба проверити конвергенцију предњих точкова. Подешавање усмерености предњих точкова – конвергентности код трактора ИМТ 542 обавља се на следећи начин. Трактор треба да се постави на тврду равну подлогу са предњим точковима постављеним за кретање у правцу. Точкови су центрирани ако су леве и десне споне (мерено као растојање између оса предњег и задњег зглоба споне) једнаке. Ако то није случај, треба да се олабаве завртњеви стега крајњих прикључница – по два на свакој спони. Мерни алат треба да се постави тако да крајеви додирују ивицу наплатка точка с унутрашње стране, у висини рукавца точка и измери растојање прво са предње, а затим са задње стране точкова. Растојање са предње стране точкова треба да буде 2-4 mm мање од оног мереног позади. Након подешавања поново треба завртнути завртњеви стега, али не стезати превише.

Код осталих трактора за прописане вредности и процедуре подешавања, треба погледати упутство за руковање произвођача трактора.

5.6. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Који је задатак система за управљање?
2. Навести начине управљања.
3. Какви могу да буду системи за управљање према начину преношења енергије од возача до точкова?
4. Нести разлике између симетричног и асиметричног система за управљање.
5. Објаснити функционисање хидромеханичког система за управљање.
6. Објаснити функционисање хидростатичког система за управљање.
7. Објаснити геометрију и кинематику управљачких точкова.
8. Објаснити конструкцију и функционисање система са бочним спојницама код трактора гусеничара.
9. Објаснити конструкцију и функционисање система са планетарним механизмом.
10. Исправност система за управљање веома је важна за безбедну возњу. Објаснити зашто и како се подешава систем за управљање?

6. СИСТЕМ ЗА КОЧЕЊЕ

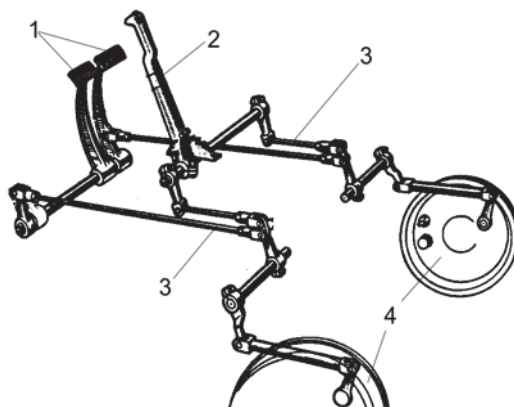
Задатак система за кочење јесте смањивање брзине кретања трактора до неке мање брзине или до потпуног заустављања при контролисаном успорењу. Осим тога, кочни уређај треба да омогући и трајну закоченост агрегата у месту, што се назива паркирно кочење. Поред овог, кочни системи треба да задовоље и додатне услове:

- при кочењу, нарочито при максималним успорењима треба да обезбеде стабилност трактора. При том се првенствено мисли на истовременост дејства кочница на појединим точковима, те исти интензитет кочења,
- обезбеђење могућности мирног и постепеног кочења уз потпуни осећај возача у сразмерности силе на команди и кочења (успорења),
- да се не појављује шкрипа при кочењу, те дим и мириси услед трења и повећања температуре између облоге и добоша (или диска),
- могућност кочења у свим положајима точкова у односу на каросерију возила, односно приколице.

6.1. СТРУКТУРА СИСТЕМА ЗА КОЧЕЊЕ

Систем за кочење састоји се, у принципу од, слика 6.1:

1. команде,
2. преносног механизма и
3. кочница.



Слика 6.1. Елементи уређаја за кочење: 1. педале; 2. ручица; 3. механички преносни механизам; 4. кочнице, Anonim CEMAGREF (1991)

Према намени, кочнице, као подсистеми, могу бити:

- радне,
- помоћне и
- паркирне.

6.1.1. Команда кочница

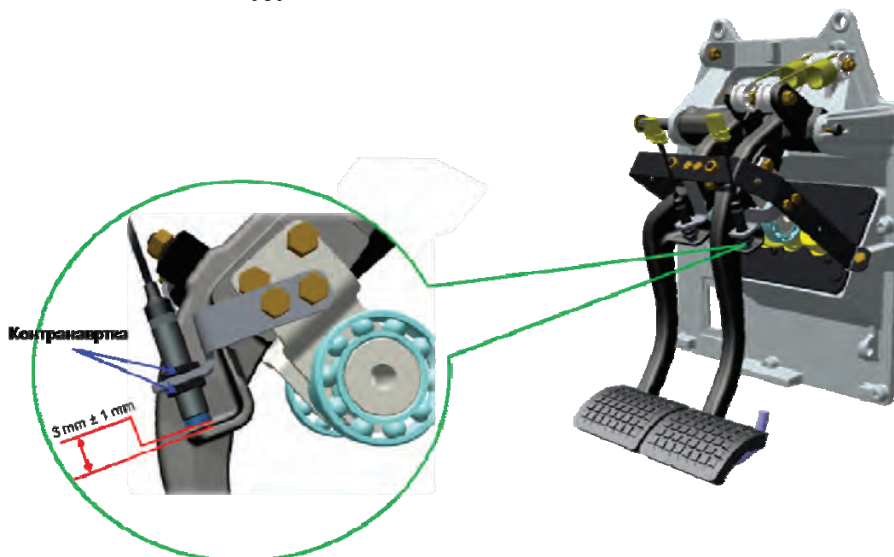
Команда за кочење служи за активирање поједине кочнице, те сваки подсистем (нпр. радна кочница) мора да има своју команду постављену тако, да је возач може лако га активира. Радна кочница се активира, углавном, ногом преко папуче (1), слика 6.1, док се помоћна и паркирна кочница активира најчешће руком (2). Трактор точкаш има одвојене радне кочнице тако да свака од њих делује на по један задњи точак. Пошто су независне, кочнице могу да служе и за управљање,

ради смањења радијуса окретања на увратинама током орања, сетве, култивирања итд. Међутим, у транспорту кочнице не смеју да се независно користе, јер би то довело до заношења и евентуалног превртања трактора. Због тога на командама постоје браве које забрављују кочнице, тако да се делује на обе заједно, слика 6.2.



Слика 6.2. Раздвајање и спајање педала кочница

Код савремених трактора уграђени су сензори положаја, који имају задатак да детектују сигнал и оптимизују ход педале кочнице, слика 6.3



Слика 6.3. Педале кочнице на тракторима „масеј фергусон“, серије 8700

6.1.2. Преносни механизам

Преносни механизам служи за пренос силе (3), слика 6.1, остварене на команди, до извршног органа, односно кочнице. У основи може бити решен на три начина:

- преношење енергије возача, односно силе на команди, **без њеног појачавања**,
- преношење енергије возача, уз делимично коришћење енергије другог извора, ради појачавања енергије возача. То су преносни механизми са **сервопојачивачем** (lat. *servus* = роб, слуга),
- на основу импулса, који потиче од енергије возача, преношење енергије са других извора. То су преносни механизми са **потпуним серводејством**.

Напред наведена принципијелна решења преносног механизма могу да се реализују као:

1. механички систем,

2. хидраулички систем и
3. пнеуматски систем.

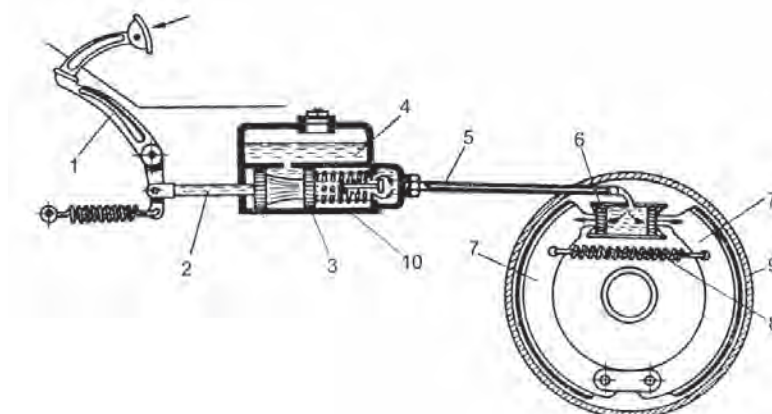
6.1.2.1. Механички преносни механизам

Механички преносни механизми (3), слика 6.1, спадају у врсту преносних механизма, код којих се сила на команди преноси на кочнице без појачавања.

Од свих извођења преносних механизма кочних система, механички механизми представљају најједноставнија и најјефтинија решења. Механички механизми су релативно поуздани, али захтевају велику бригу у одржавању, посебно у односу на корозију саставних елемената и утицај спољне средине (прашина, блато). Велика им је предност што омогућавају трајну заоченост возила, па се примењују као основни механизам паркирне кочнице. Код ових система отежано је обезбедити једновремено дејство на све тачкове, па се зато користе за активирање кочница једне осовине.

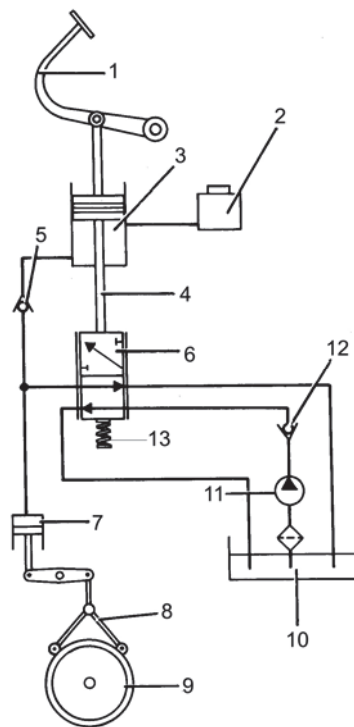
6.1.2.2. Хидраулички преносни механизам

Хидраулички преносни системи могу бити решени на сва три основна принципа деловања: искључивим преносом енергије возача, слика 6.4, са сервопојачивачима и са потпуним серводејством. Први начин је најједноставнији, док је последњи знатно сложен. Притиском на педалу (1) непосредно се делује на клип (3) у главном кочном цилиндру. Изнад цилиндра налази се резервоар (4), који напаја цилиндар. Преко клипа (3) кочни флуид потискује се кроз цевовод (5) до кочног цилиндра (6), који има два клипа. Даљим притиском на педалу повећава се хидростатички притисак флуида па се активирају папуче (7), односно активира се кочница. С обзиром на то да трактор има две кочнице постоје и две одвојене гране за кочење, које су међусобно спојене, ради изједначавања притиска. Наиме, у случају да су празни ходови педала различити, при истовременом притиску обе педале могуће је да ће у једној грани притисак да буде виши, а у другој нижи. Ово би довело до неравномерног кочења на погонским тачковима. Да се то не би десило на главним кочним цилиндрима налази се вод који директно повезује потисне водове, тако да се притисци изједначавају.



Слика 6.4. Систем за кочење са хидрауличким преносним системом: 1. педала; 2. полуга; 3. клип; 4. резервоар; 5. цевовод; 6. кочни цилиндар са клиповима; 7. папуче; 8. опруга

Хидраулички преносни механизми са страним енергетским извором примењују се код тешких трактора где су потребни велики кочни моменти, слика 6.5. У овом систему користи се хидрауличко-трансмисионо уље, а не уље за кочнице, па заптивачи морају да буду израђени од гуме отпорне на дејство минералног уља. При раду мотора погони се пумпа високог притиска (11), која усисава уље из резервоара (10) и потискује га до једносмерног вентила (12) и разводног вентила (6). На приказаној слици 6.3 кочница није активирана, тако да се уље враћа у резервоар (10). Притиском на педалу (1) помера се клип у главном кочном цилиндру (3), који је даље повезан са разводним вентилом (6). Под дејством полуге (4) разводни вентил се помера тако да уље може да прође ка кочном цилиндру (7) и активира кочницу (9). У случају да дође до пада притиска у главном воду, уље из главног кочног вентила преко једносмерног вентила (5) пролази ка кочном цилиндру (7). Ослобађањем педале, повратна опруга (13) враћа разводни вентил и клип главног кочног цилиндра у почетни положај, тако да уље може да протиче ка резервоару.



Слика 6.5. Хидраулички преносни систем са страним енергетским извором; 1. педала; 2. резервоар; 3. главни кочни цилиндар; 4. полуга; 5. једносмерни вентили; 6. разводни кочни вентил; 7. кочни цилиндар; 8. полуге; 9. кочница; 10. резервоар; 11. пумпа, Anonim CEMAGREF (1991)

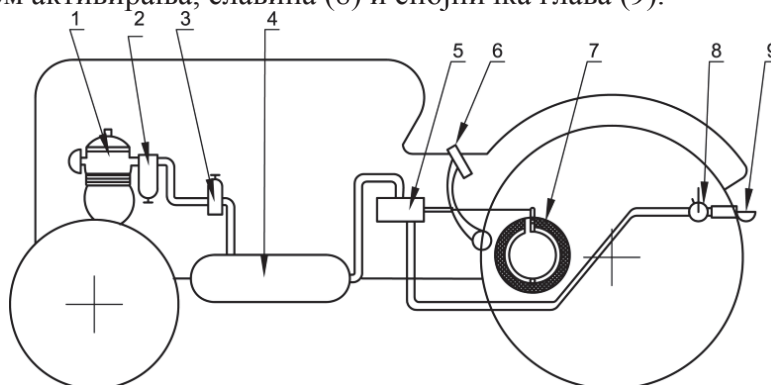
6.1.2.3. Пнеуматски преносни механизам

Пнеуматски систем преносног механизма, који се обично назива пнеуматски кочни систем, је са пуним серводејством, односно кочење се остварује искључиво енергијом сабијеног ваздуха.

У односу на хидрауличке системе са пуним серводејством, пнеуматски системи су знатно једноставнији, мањи су радни притисци, мањи захтеви у погледу заптивања, јефтинији су и једноставнији за одржавање. Обезбеђују такође адекватну расподелу кочних сила, једновремено кочење точкова на једној осовини и регулисање кочних сила. Због тога се највише користе на пољопривредним приколицама. Основни

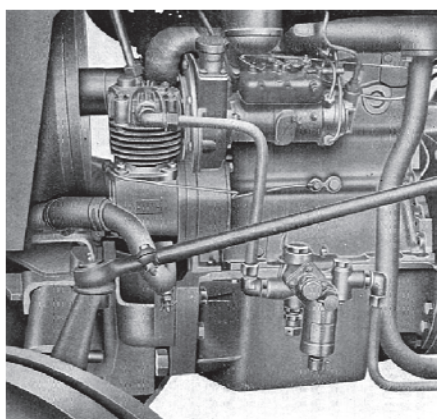
недостатак им је велико време одзива због стишљивости ваздуха, при чему су хидраулички системи у предности. Међутим, код пољопривредних приколица не треба у скорој будућности очекивати потискивање пнеуматских преносних механизма кочног система, пре свега због релативно мањих брзина кретања тракторских транспортних агрегата, као и чињенице да су трактори, као вучне (погонске) машине, опремљени компресорским системем.

Код трактора и приколица које се за њега прикључују најчешће се користи једноводни пнеуматски преносни систем са којим се спаја одговарајућа инсталација приколице преко једне спојничке главе, тј. са једним прикључком, слика 6.6. Главне компоненте овог система код трактора ИМТ 542 су компресор (1) који добија погон од мотора, регулатор притиска (2), вентил за пумпање пнеуматика (3), резервоар са дренажним вентилом за избацивање воде (4), главни кочни вентил (5) за кочење са компензатором активирања, славина (8) и спојничка глава (9).



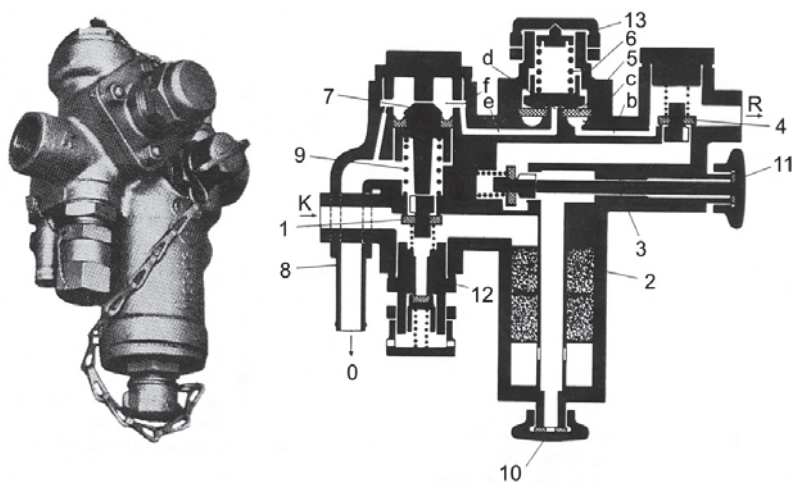
Слика 6.6. Шема пнеуматске кочне инсталације трактора: 1. компресор, 2. регулатор притиска; 3. вентил за пумпање пнеуматика; 4. резервоар; 5. главни кочни вентил; 6. педале; 7. кочница; 8. славина; 9. спојничка глава

Компресор је једностепени клипни и постављен је на поклопцу кућишта развода, слика 6.7. Погон добија од радилице мотора и стално је укључен, тј. ради кад год мотор ради. При кретању клипа компресора у једном смеру усисава се свеж ваздух из усисне гране мотора кроз усисни вентил и при кретању клипа у другом смеру сабија га и отпрема преко потисног вентила ка регулатору притиска.



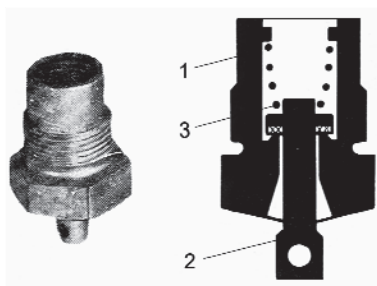
Слика 6.7. Компресор

Регулатор притиска одржава притисак ваздуха у систему од 4,8 до 5,2 бара. Сабијени ваздух улази кроз прикључак (k) и поред затвореног вентила празног хода (1), филтра за ваздух (2), система за пуњење гума (3) и неповратног вентила (4) одлази кроз прикључак R у резервоар, слика 6.8. Истовремено кроз канал (b) ваздух струји у простор (c) испод гумене мембране (5). Када ваздух достигне притисак искључивања, он савлада напон опруге (6), мембрана се издиже са седишта и ваздух кроз млазницу (d) и канал (e) струји у простор (f) изнад клипа прекидача (7). Клип прекидача се под дејством ваздуха креће наниже, отвара вентил празног хода (1) и ваздух кроз цев (8) одлази из компресора у атмосферу. Ово стање траје све дотле док притисак у резервоару, било услед кочења или пуњења пнеуматика, не опадне на притисак укључивања. Тада се клип прекидача, под дејством опруге (9) враћа нагоре, вентил празног хода (1) затвара излаз у атмосферу и компресор поново пуни резервоар за ваздух.



Слика 6.8. Регулатор притиска: 1. вентил празног хода; 2. филтар за ваздух; 3. систем за пумпање гума; 4. неповратни вентил; 5. мембрана; 6. опруга; 7. клип прекидача; 8. издувна цев; 9. опруга; 10. лептираста навртка; 11. навртка; 12. вентил сигурности; 13. навртка за подешавање притиска

Резервоар за ваздух је цилиндричног облика и на доњем делу има дренажни вентил. Дренажни вентил, слика 6.9, служи за испуштање кондензата из резервоара за ваздух, а по потреби и за потпуно испуштање ваздуха. Опруга (3) и сабијени ваздух држе вентил затворен. Повлачењем или гурањем вретена (2) у страну, вентил се отвара и сабијени ваздух, односно, кондензат излази напоље. Престанком дејства на вретено вентил се затвара.



Слика 6.9. Дренажни вентил: 1. кућиште; 2. вретено; 3. опруга

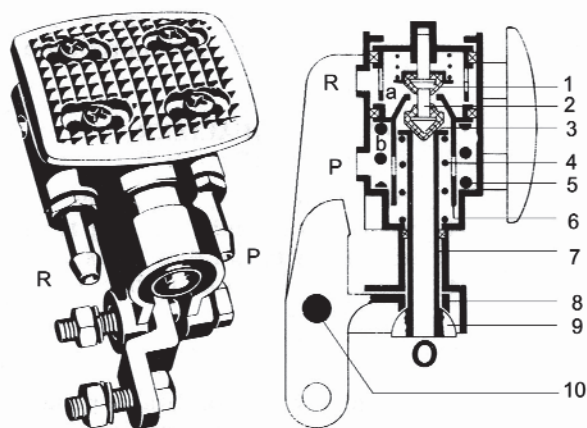
Главни кочни вентил, слика 6.10, активира једноводну приколичну кочну инсталацију и механичке кочнице трактора. У откоченом стању, преко прикључка R, улаза (1), дуплог вентила (2) и прикључка P постоји директна веза између резервоара трактора и приколице. У коморама a и b са горње и са доње половине клипа (6) владају исти притисци.

Активирањем ножне педале кочнице окреће се кућиште везано са ножном кочном полугом око осовинице (10). При томе полука (8) повлачи преко лоптастог лежаја (9) осовиницу вентила (7), на супрот дејству опруге (4) из кућишта. Дупли вентил (2) следи кретање осовинице (7) и затвара улаз (1). Даљим дејством на нагазну плочу, отвара се излаз (3). Зависно од величине силе, приколични вод празни се преко осовинице (7) и одушке O. На тај начин опада притисак и у комори b, при чему се клип (6) потискује, услед повећаног притиска у комору a.

Дупли вентил (2) који га следи затвара излаз (3). У једном моменту затворени су улаз (1) и излаз (3) и настаје равнотежно стање. Нема протицања ваздуха од R ка P нити у атмосферу.

За активирање приколичног кочног вода потребна је релативно мала сила, због чега се кочница приколице активира раније него трактор кочен истом ножном силом. Ово преткочење приколице спречава налетање приколице на трактор.

Ако се кочница откочи, осовиница (7) затвара излаз (3) и потискујући дупли вентил (2) отвара излаз (1). Тиме долази до поновног пуњења приколичног вода, што изазва откочивање приколице.



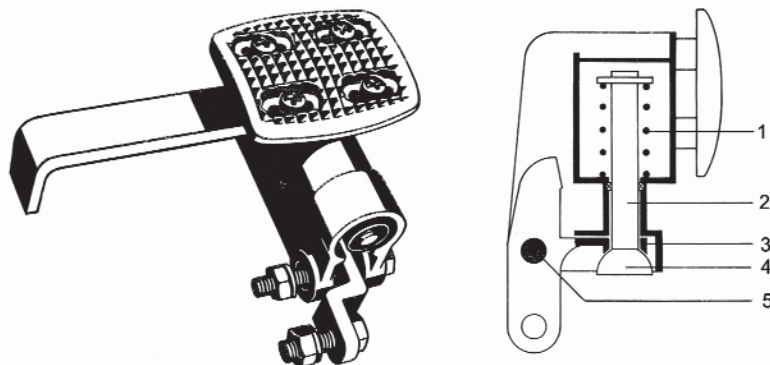
Слика 6.10. Главни кочни вентил: 1. улазни отвор; 2. дупли вентил; 3. излазни отвор; 4. опруга; 5. опруга; 6. клип; 7. осовиница цеваста; 8. полука; 9. лоптасто лежиште; 10. осовиница

Компензатор активирања, слика 6.11, уједначује повећање ножне силе и хода активирања код механичких кочница трактора. Везан је са главним кочним вентилом окретном запорком.

Притиском на једну од нагазних педала кочница покреће се и компензатор активирања за исту величину, као и главни кочни вентил. Тиме се кућиште окреће око завртња (5), тако да полука (3) извлачи осовиницу (2) преко лоптастог

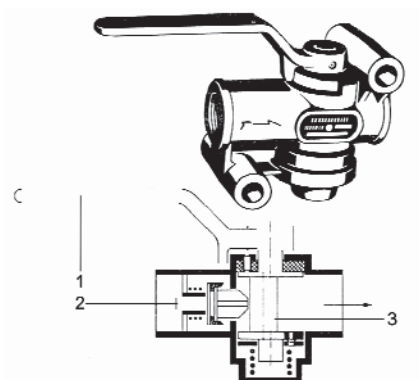
лежишта (4), насупрот дејству силе опруге (1). Престанком притиска ноге осовиница се (2) поново враћа у почетни положај.

Компензатор активирања је уграђен тако да могући ходови и силе активирања потпуно одговарају истим код главног кочног вентила.



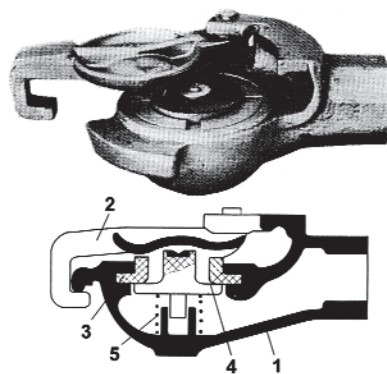
Слика 6.11. Компензатор активирања: 1. опруга; 2. осовиница; 3. полуга; 4. лоптасто лежиште; 5. завртањ

Славина, слика 6.12, служи да прекида струјања сабијеног ваздуха у систему. Активирањем ексцентарске осовине (3) преко ручице (1) отвара се и затвара улазни вентил (2). Када је положај ручице паралелан са стрелицом, сабијени ваздух има слободан пролаз. Ако се ручица закрене за 90° , затвара се доводни вод, а одводни вод се преко одушке празни.



Слика 6.12. Славина: 1. ручица; 2. вентил; 3. ексцентар осовина

Спојничка глава спаја ваздушне водове кочног система трактора и приколице, слика 6.13. Када је неприкључена, спојничка глава са вентилом је затворена. Пре спајања спојничких глава трактора и приколице, славина треба да буде затворена. Спајањем спојничких глава, чивија на спојничкој глави приколице отвара вентил (4) тако да се успоставља веза између трактора и приколице. После тога отвара се славина и ваздух почиње да струји према резервоару приколице.



Слика 6.13. Спојничка глава: 1. кућиште; 2. заштитник од прашине; 3. заптивка; 4. вентил; 5. опруга

Двојни манометар, који је спојен гуменим цревима за резервоар и вод приколице, показује притисак ваздуха у резервоару (бела казаљка) и у воду приколице (црвена казаљка). Притиском на педалу кочнице затвара се пролаз ваздуха од резервоара до вода приколице, па се овај вод делимично или потпуно испразни, зависно од положаја главног кочног вентила. Пад притиска у воду приколице показује се на двојном манометру померањем црвене казаљке ка нули и читава се разликом притисака које показује црвена и бела казаљка у датом тренутку. Пад притиска у воду приколице изазива активирање приколичног вентила за управљање и регулатора кочења на приколици, који тада пропушта сабијени ваздух из резервоара приколице у кочне цилиндри, чиме се обезбеђује кочење приколице.

6.1.3. Кочнице

У тракторе се највише уграђују следећи типови кочница:

1. кочнице са добошем и
2. дискосне кочнице.

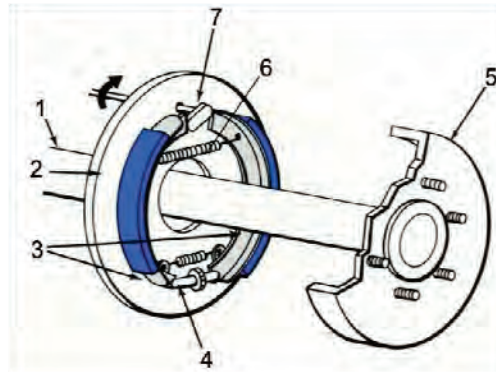
Кочнице са добошем могу да буду:

1. с унутрашњим папучама и
2. тракасте.

6.1.3.1. Добош кочнице с унутрашњим папучама

Кочнице с унутрашњим папучама једноставне су за уградњу, остварују велике кочионе моменте, а прилагођене су свим системима активирања (механички, хидраулички и пнеуматски преносни механизам). С обзиром на то да се сила кочења остварује на основу силе трења између облоге папуче и добоша, то узрокује трошење облоге папуча и захтева чешће подешавање истих у току експлоатације, што им чини недостатак, иако су у експлоатацији и решења с аутоматским подешавањем папуча кочница. Међутим, добош кочнице ће се још дуго времена користити као веома практична прихватљива решења, посебно ако су осовинска оптерећења већа од три тоне. Кочница се састоји од плоче која је повезана са задњим мостом (2), слика 6.14. Плоча је непомицна и носи две папуче (3), које се налазе унутар добоша (5). Добош је спојен са вратилом (1) и главчином точка, па се

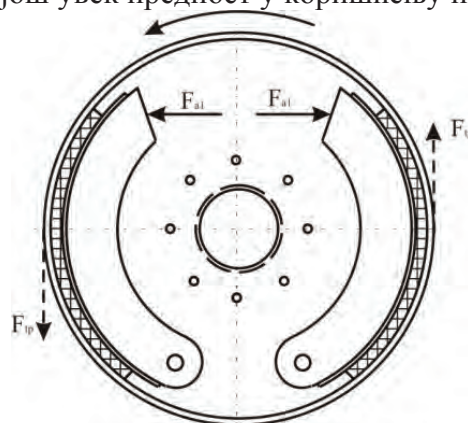
због тога окреће заједно са точком. Опруге (6) вуку папуче према средини, те их тако одмичу од добоша. Кочница се укључује помоћу кључа (7), који је повезан са педалама или ручицом. Када се помоћу педале кључ закрене, он делује на обе папуче и потискује их према добошу. Додиром између папуча и добоша јавља се трење, које кочи точак. Да би боље кочиле папуче на свом ободу имају облоге од материјала који повећава трење, а то је феродни материјал, као и на диску главне спојнице (квачила)



Слика 6.14. Добош кочница с унутрашњим папучама: 1. вратило; 2. задњи мост трактора; 3. кочне папуче; 4. завртањ за подешавање; 5. добош; 6. опруга; 7. кључ за активирање, Anonim FMO (1991)

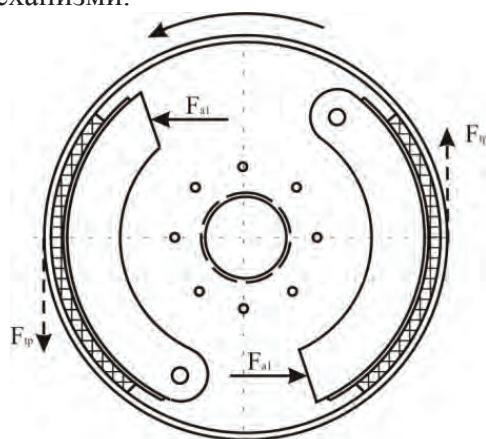
У принципу, добош кочнице с унутрашњим папучама изводе се у три основна типа: кочница простог дејства (СИМПЛЕКС), слика 6.15, кочница двоструког дејства (ДУПЛЕКС), слика 6.16, и као СЕРВО кочница, слика 6.17.

СИМПЛЕКС кочнице су најједноставније и зато се највише користе. Обе папуче су ослоњене на једном крају свака за себе, а на супротном крају се обавља активирање папуча - потискивање уз добош. При том је, рачунато на смер кретања као на слици, једна папуча наилазна, а друга силазна. Наилазна папуча има самопојачано дејство (боље приањање уз добош), пошто се момент силе активирања и момент силе трења сабирају, а код силазне папуче одузимају. Према томе, при кочењу знатно већу улогу има наилазна папуча, и према моменту кочења однос је, апроксимативно, 2:1. Зато се папуче неједнако троше, односно више се троши наилазна папуча. При промени смера обртања точкова (смер кретања уназад), положај папуча се мења, односно силазна и наилазна мењају улоге. Иако је због смањеног ефекта кочења силазне папуче укупан кочни момент смањен, код ових кочница изражена је мања осетљивост на промену коефицијента трења, што им даје, између осталог, још увек предност у коришћењу над осталим типовима.



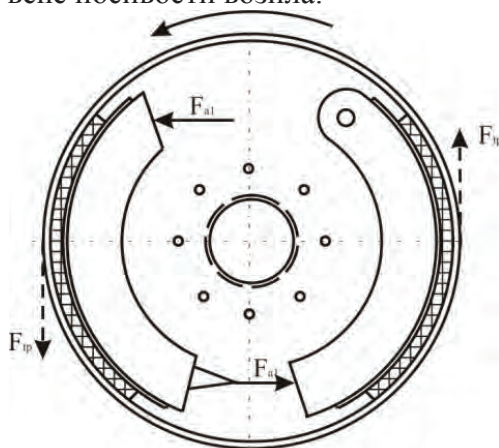
Слика 6.15. СИМПЛЕКС кочница

Код кочница, где су папуче ослоњене на супротним крајевима, односно дејство силе активирања папуча је такође на супротним крајевима, обе папуче делују као наилазне при радном смеру обртања добоша. При том се остварује већи кочни момент, а таква решења се зову кочнице двоструког дејства или **ДУПЛЕКС** кочнице, слика 6.16. При обрнутом смеру обртања обе папуче су силазног дејства, те је кочни момент знатно смањен, што им је недостатак. Овај недостатак се решава са две дуплекс кочнице, где је омогућено ослањање увек на супротним крајевима у односу на смер кретања. Међутим, код дуплекс кочница активирање папуча механичким механизмом (брегом, клином и сл.), је знатно сложено, те се примењују код хидрауличког активирања. Зато се не примењују на пољопривредним приколицама, где су, углавном, заступљени механички и пнеуматски преносни механизми.



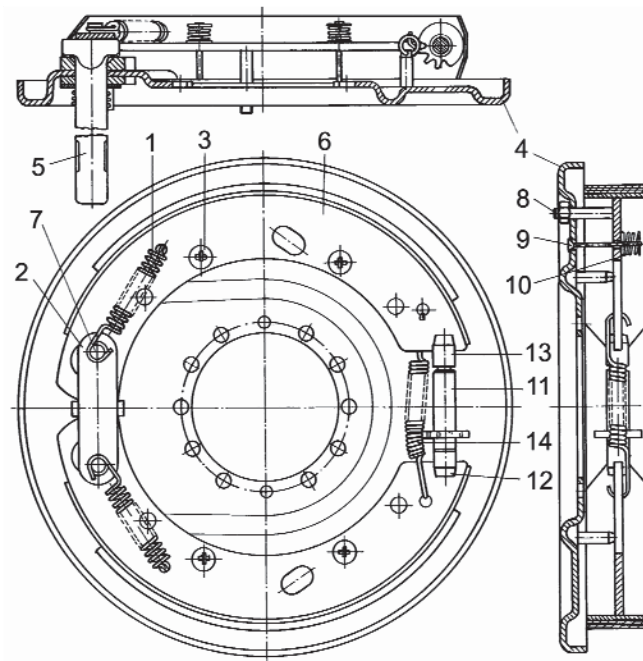
Слика 6.16. ДУПЛЕКС кочница

За разлику од претходна два типа кочница, **СЕРВО** кочница остварује знатно већи кочни момент. Код овог решења само је једна папуча са ослонцем, а друга се ослања на њу на супротном крају. Сила активирања делује директно на једну папучу (нпр. и наилазну) и преноси се на другу папучу, која је са ослонцем, слика 6.17. При том су обе папуче наилазне (као код дуплекс решења), са тим што је сила активирања друге папуче појачана. При обрнутом смеру кретања обе папуче су силазне, а ефекат кочења је знатно смањен, јер се сила активирања папуче још смањује (супротан ефекат од сервопојачивача). Зато се ретко користе као кочнице једностраног дејства, већ као дуо-серво решење. Међутим, серво решења кочница су веома осетљива на промену коефицијента трења, а што је посебно изражено код већих брзина кретања и веће носивости возила.



Слика 6.17. СЕРВО кочница

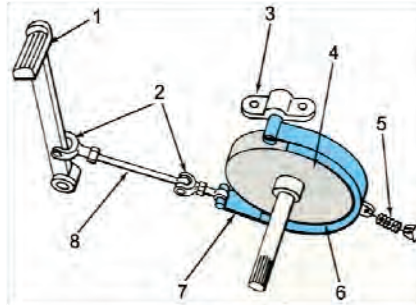
Кочница код ИМТ 542 је добош са механичким дејством и уграђене су само у задње точкове. Механизам за активирање кочница може да дејствује раздвојено или заједно. Раздвојено деловање преносног механизма користи се ради лакшег маневрисања. Иста кочница је истовремено и радна и паркирна. Механизам паркирне кочнице налази се на левој педали радне кочнице, а састоји се из сегмената са косим зубима на којем се заглави скаквица, када се активира педала за кочење приликом паркирања трактора, слика 6.18.



Слика 6.18. Склоп кочнице код трактора ИМТ 542: 1. повратна опруга; 2. плочица анкер осовиница; 3. шољица; 4. задња плоча; 5. вратило са кључем; 6. папуча; 7. анкер осовиница; 8. одстојник са навојем; 9. чивија папуче; 10. опруга подупирача; 11. подешавач папуча; 12. одстојник; 13. одстојник са навојем; 14. везна опруга

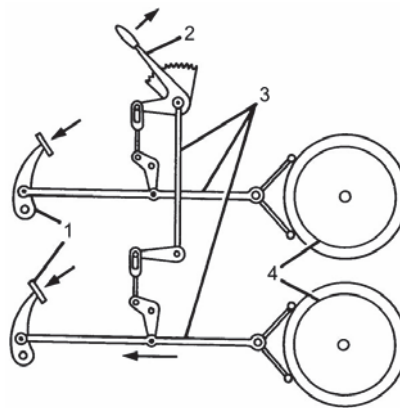
6.1.3.2. Тракасте кочнице

Ове кочнице коче трењем које настаје између облоге причвршћене на унутрашњем појасу траке и добоша, који је опасан траком. Тракасте кочнице се користе код трактора гусеничара, док се код трактора точкаша користе као паркирне кочнице (ИМТ 560). Проста тракаста кочница, слика 6.19, се састоји из добоша (4) и траке (7). Један крај траке причвршћен је за систем за причвршћивање (3), а другим крајем је преко стезних елемената (2), шипке (8) повезана са педалом (1). Притиском на педалу трака стегне добош, па услед силе трења између облоге и добоша наступа кочење. Након ослобађања педале опруга (5) повлачи траку од добоша. Проста тракаста кочница интензивно кочи само када се добош окреће у смеру повлачења траке. Када трака додирне добош он је повлачи према себи и на тај начин још више затеже траку, па се добија појачано кочење, односно серво дејство. У случају обртања добоша у смеру супротном од смера затезања траке, кочница слабије кочи и не постоји серводејство.



Слика 6.19. Тракаста кочница: 1. педала; 2. стезни елементи; 3. систем за причвршћивање; 4. добош; 5. опруга; 6. облога; 7. кочна трака; 8. шипка, Anonim FMO (1991)

Тракасте кочнице са механичким преносним механизмом имају трактори Р 60 и Р 65, слика 6.20. Ако се активира педалама (1) тракасте кочице (4) дејствују као радне кочнице, док ако се активирају ручицом у кретању онда дејствују као помоћна, а ако је трактор заустављен, онда као паркирне. Код ових трактора тракаста кочница нема серводејство, пошто су траке преко две полуге повезане са механичким преносним механизмом (3). Због тога нема самокочења (серводесјтво), па се кочнице укључују равномерно и без удараца. Кочнице подједнако добро коче у оба смера кретања, а треба мало снаге за кочење.



Слика 6.20. Шема система за кочење код трактора Р 65: 1. педале; 2. ручица; 3. механички преносни механизам; 4. тракасте кочнице, Anonim SEMAGREF (1991)

Дискосне кочнице могу да буду са:

- два диска и
- једним диском.

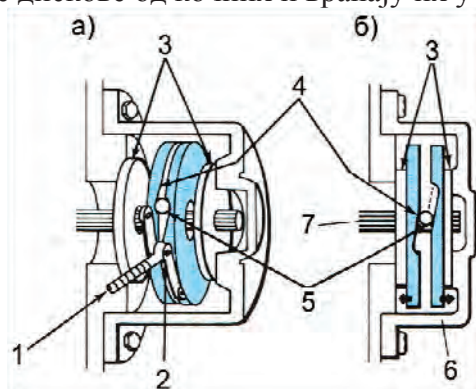
6.1.3.3. Дискосне кочнице са два диска

Дискосне кочнице са два диска уграђују се у тракторе као радне кочнице (ИМТ 560, МТЗ 820 итд.). На погонском вратилу постављени су слободно ожлебљеном везом два кочна диска (3), слика 6.21а. На дисковима се налази феродо материјал на бочним површинама. Између кочних дискова налазе се притисни дискови (4). На овим дисковима су гнезда, у које су утакнуте куглице (5). Ови делови си смештени у кућишту задњег моста, које је непокретно. Крајеви притисних плоча су преко полуга за активирање (2) и вучне шипке (1) повезани са педалом кочнице.

Када се притисне педала, вучна шипка (1) преко полуга за активирање (3) повуче притисне дискове (4) и они се закрену јадан према другом. Услед њиховог кретања куглице (5) изађу из њихових гнезда и погну се по косинама удубљења, што доводи

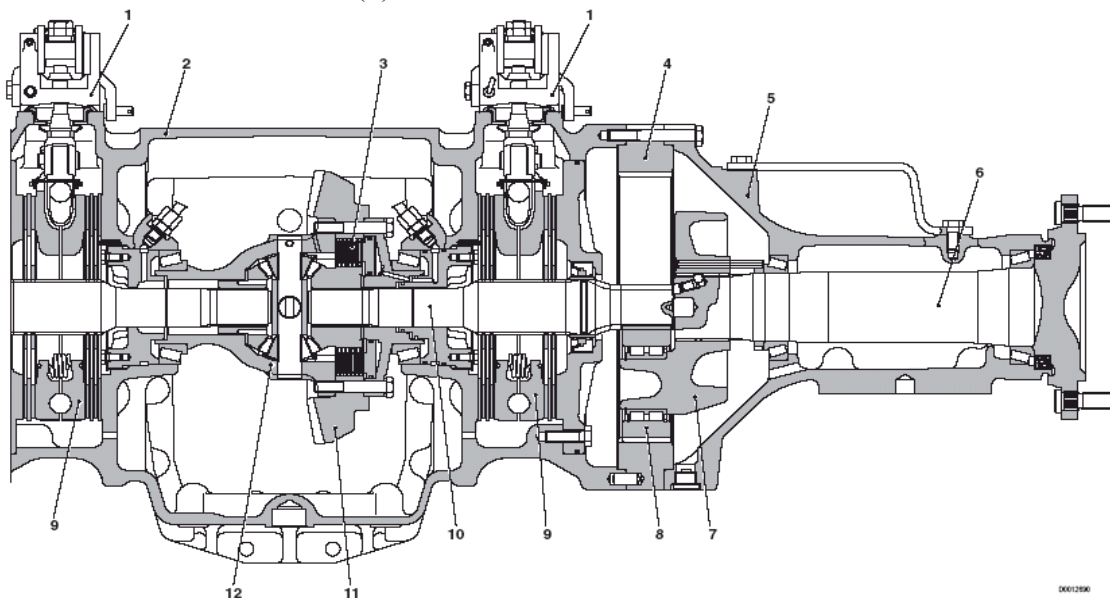
до размицања притисних дискова (4). Ови дискови тада притисну кочне дискове (3) на зидове кућишта задњег моста, тако да се активира кочница, слика 6.21б.

Ове кочнице су сервокочнице, односно имају појачано дејство. Наиме, у зависности од смера обртања погонског вратила (7) обрћу се и кочни дискови. Закретањем притисних дискова један притисни диск увек има исти смер кретања, као и суседни кочни диск, па при додиру са њим бива убрзано повучен. Убрзано кретање притисног диска убрзава излажење куглица из удубљења, па се појачава дејство друге притисне плоче на суседни кочни диск и добија се појачано кочење. Ово серводејство наступа у оба смера окретања вратила. После искључења кочнице опруге повлаче притисне дискове од кочних и враћају их у почетни положај.



Слика 6.21. Дискосна кочница са два диска а) кочница деактивирана и б) кочница активирана: 1. вучна шипка; 2. полуке за активирање; 3. кочни дискови; 4. притисни дискови; 5. куглице; 6. кућиште; 7. погонско вратило, Anonim FMO (1991).

Изглед једне такве кочнице са два диска предочен је на слици 6.22, а уграђена је у трактор „дојц агротрон“ (Deutz Agrottron). С обе стране диференцијала налази се по једна кочница са два диска (9).

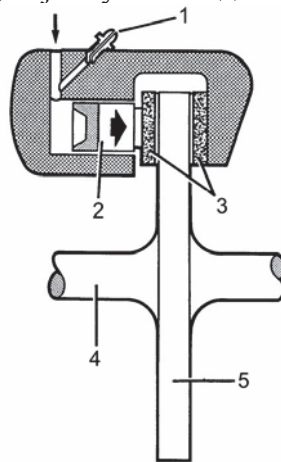


Слика 6.22. Задњи мост трактора „дојц агротрон“ трансмисија ZF T7100: 1. кључ за активирање кочнице; 2. кућиште задњег моста; 3. блокада диференцијала; 4. назубљени венац; 5. кућиште полувратила; 6. полувратило; 7. носач планетарних зупчаника; 8. планетарни зупчаник; 9. кочница; 10. вратило диференцијала; 11. тањирасти зупчаник главног преносника; 12. диференцијал

6.1.3.4. Кочнице са једним диском

Кочнице са једним диском све више се користе код трактора точкаша. Код возила се користе суве кочнице, слика 6.23, а код савремених трактора мокре кочнице са једним диском.

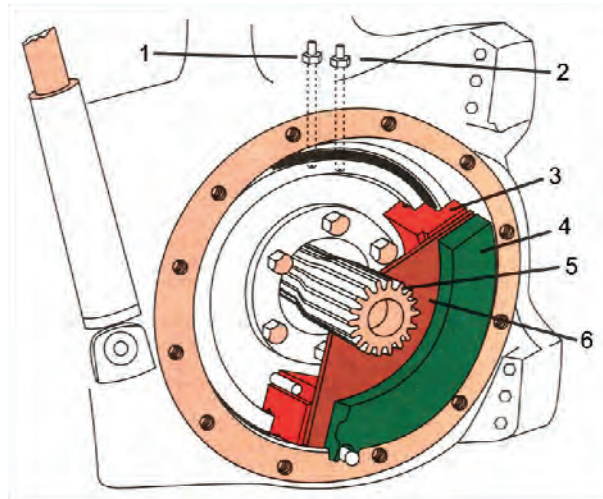
Код сувих кочница са једним диском, диск (5) је често непосредно повезан са точком (4) и представља саставни део точка. Стега је фиксирана на каросерију возила. У стеги се налази клип (2), који под дејством притиска уља потискује кочне фрикционе плочице (3) на диск, због чега се јавља притисак на диск. Кочне плочице су осигуране осигурачима на стеги. Због притиска између диска и фрикционих кочних плочица јавља се трење, које зауставља диск, а самим тим и точак.



Слика 6.23. Сува кочница са једним диском: 1. завртањ за испуштање ваздуха; 2. клип; 3. кочне плочице; 4. точак; 5. диск, Anonim CEMAGREF (1991)

За разлику од кочница које се користе у возилима и које су суве, код трактора се користе мокре дискосне кочнице. Кочнице на тракторима „дон дир“, серије 8020 су дискосне са једним диском и хидрауличким преносним механизмом (користи се хидрауличко-трансмисионо уље), слика 6.24. Кочнице су мокре и налазе се на излазу из диференцијала с обе стране. Састоје се од кочног диска (6) обложеног феродним материјалом (4) и прстенастог клипа (3). Уље под притиском (1) долази од педала кочница и потискује прстенасти клип (3), који се помера и притиска кочни диск, који је ујлебљен са вратилом на кућиште диференцијала, тј са сунчаним зупчаником. Контакт кочног диска са кућиштем задњег моста остварује се трење, односно, чврста веза и успорава вратило и точак. Клип на себи има мале чивије које га спречавају да ротира.

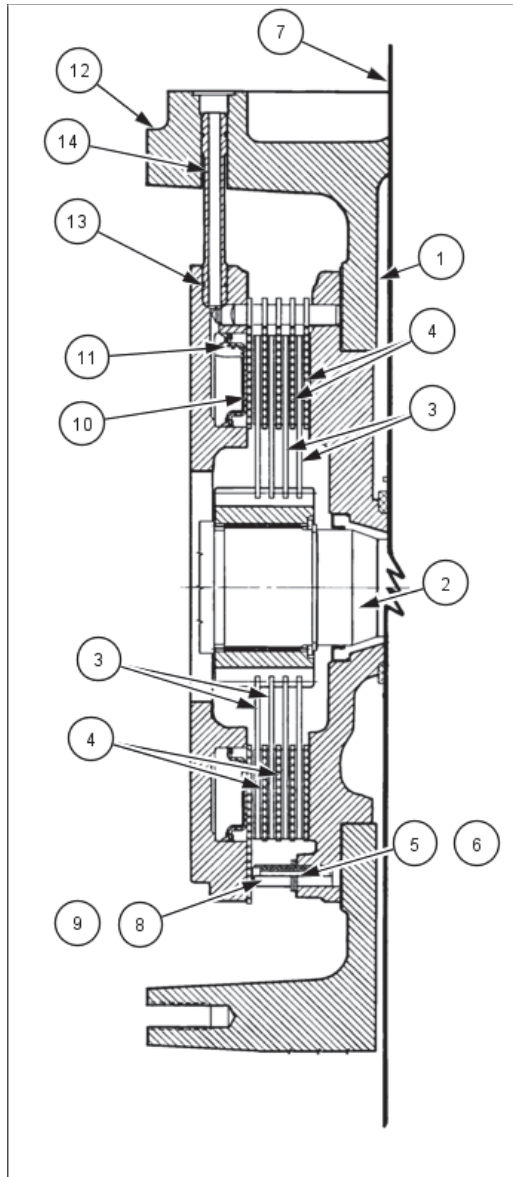
Феродна облога има урезане канале у које се смешта уље при дејствовању клипа, како би се спречило клизање кочног диска. Због присуства уља не постоји могућност блокирања кочница, а самим тим и точкава.



Слика 6.24. Кочница са једним диском код трактора „џон дир“, серије 8020: 1. цевовод од кочног вентила; 2. завртањ за испуштање ваздуха; 3. прстенасти клип; 4. феродо облога; 5. погонско вратило; 6. кочни диск

6.1.3.4. Кочнице са више дискова

Кочнице могу да имају и више дискова, односно да буду вишеламеласте. Кочнице на тракторима „кејс“ (CASE) серије „магнум“ су дискосне са више дискова и хидрауличким преносним механизмом (користи се хидрауличко-трансмисионо уље), слика 6.25. Активирањем педале кочнице уље под притиском долази кроз цев (14) и дејствује на тањирасти клип (11). Клип се помера и сабија металне (3) и фрикционе (4) дискове. Укупно има четири метална и четири фрикциона диска, због чега је кочница и добила назив вишеламеласта. Притискањем дискова о кућиште задњег моста (7) зауставља се полувратило на којем су постављени метлани дискови (3) и настаје кочење. Истовремено сабија се и тањираста опруга (5), која има задатак да врати тањирасти клип (11) у почетни положај када престане деловање уља под притиском, односно када престаје кочење.

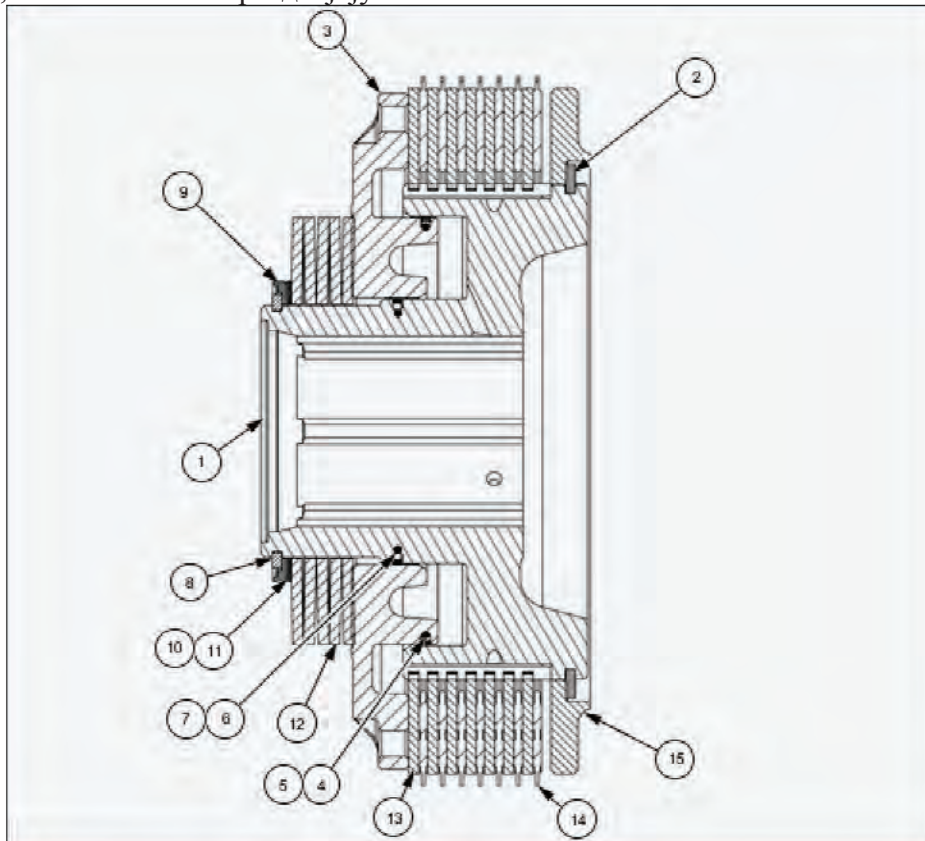


Слика 6.25. Радна кочница трактора „кејс“, серије „магнум“: 1. лежишни одстојник; 2. заптивач уља; 3. метални дискови; 4. фриксиони, кочни, дискови; 5. тањираста опруга; 6. спољашњи одстојни прстен; 7. кућиште задњег моста; 8. склоп за подешавање кочнице; 9. осовиница за фиксирање; 10. подешавајућа плоча; 11. тањирасти клип; 12. поклопац кочнице; 13. О-прстен; 14. цев за довод уља

6.1.4. Паркинг кочнице

По конструкцији паркинг кочнице изводе се као и радне, при чему истовремено радна кочница може бити и паркинг и помоћна, као што је на тракторима ИМТ 539 и „раковица“ Р65. Код неких трактора паркинг кочница уграђује се у мењач, као што је тракаста кочница код трактора ИМТ 565, при чему се њено активирање обавља посредством ручице из кабине трактора. Код тешких трактора паркинг кочнице могу бити саставни део мењача, „дон дир“ 8020, или се налазити близу мењача, при чему су постављене у оба случаја на излазном вратилу мењача. Карактеристично за ове кочнице је да су оне вишеламеласте, укључују се механички под дејством опруга, а искључују под дејством притиска уља. Једна таква кочница приказана је на слици 6.26, која се уграђује у тракторе „кејс магнум“.

Под дејством тањирастих опруга (12) тањирасти клип (3) притиска фриксионе, кочне, дискове (14) и металне (13) дискове на ослони диск (15), због чега се остварује чврста веза између поменутих дискова. Метални дискови (13) спрегнути су са кућиштем кочнице, односно с излазним вратилом, а фриксиони дискови (14) са кућиштем мењача. Кочница је активирана када је мотор заустављен или се врти, а ручица мењача постављена у паркинг положај. Померањем ручице у неутрални положај шаље се уље под притиском које гура клип (3) тако да исти сабија тањирасте опруге (12) и престаје да притиска металне (13) и фриксионе, кочне (14) дискове, због чега се оне раздвајају.

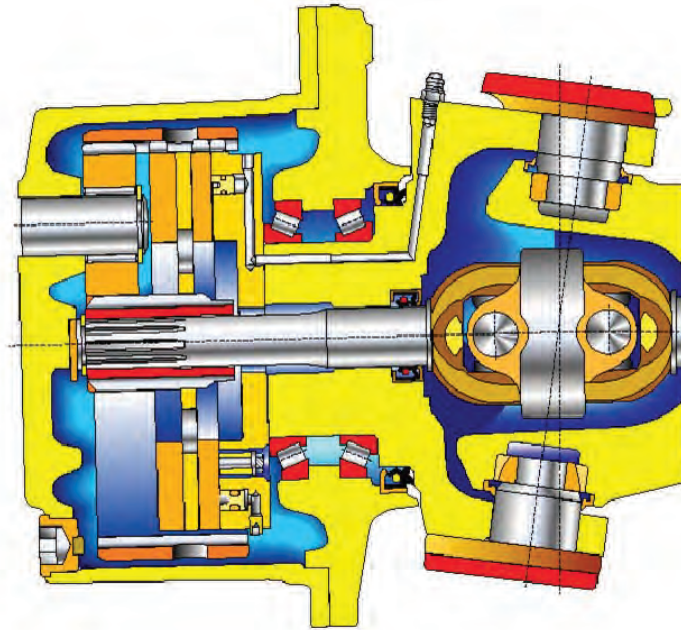


Слика 6.26. Паркинг кочница трактора „кејс магнум“: 1. кућиште; 2. прстенасти осигурач; 3. клип; 4. О-прстен; 5. заптивач кочнице; 6. О-прстен; 7. заптивач кочнице; 8. прстенасти осигурач; 9. прстенасти подупирач; 10. и 11. прстенасти одстојник; 12. тањирасте опруге; 13. метални дискови; 14. фриксиони дискови; 15. ослони диск

6.1.5. Кочнице у предњим точковима

Трактори који се крећу брзинама изнад 40 km/h морају да имају кочнице и у предњим точковима. С обзиром на то да је уградња кочница у предњим точковима компликована и скупа, већина проивођача избегава њихову уградњу. Овај проблем са предњим кочницама превазилази се аутоматским укључењем погона предњих точкова када се притисну педале кочница на задњим точковима. Укључен погон предњих точкова успорава трактор и помаже заустављање трактора. Обично је укључење погона прењих точкова условљено брзином кретања, односно најчешће брзина кретања мора да буде већа од 16 km/h.

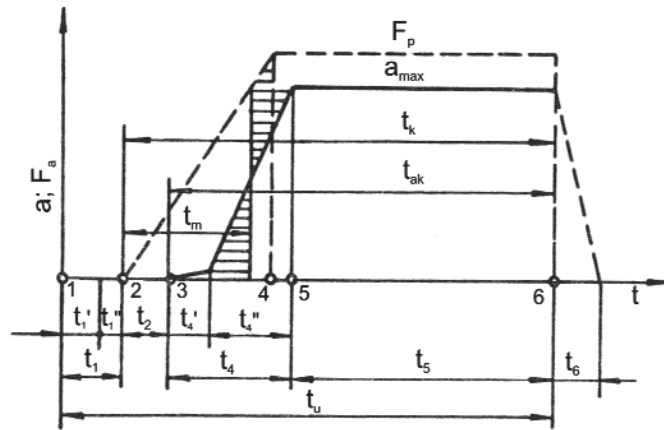
Одређени брј произвођача ипак нуди кочнице на предњим точковима, а међу њима је и компанија „МекКормик“ (McCormick) , слика 6.27.



Слика 6.27. Кочница у предњим точковима код трактора „меккормик“, Power 6

6.2. ПРОЦЕС КОЧЕЊА

Стварни процес кочења одвија се при различитим силама активирања на педали кочнице. Законитост промене кочних сила током времена кочења најједноставније је објаснити графички као зависност између остварених успорења и пута заустављања возила. Упрошћени графички приказ дат је на слици 6.28. На овом дијаграму назначени су и поједини карактеристични интервали времена, који објашњавају цео процес кочења. У тачки „1“, за коју је $t = 0$ створена је потреба за кочењем. Возач је оценио да треба да заустави возило на што крећем путу. Међутим, до почетка деловања на команду кочног система мора да протекне одређено време. То време се назива време реаговања возача, а на слици 6.28 означено је као t_1 . Време реаговања возача зависи од његових психо-физичких особина, а у начелу се састоји из два временска периода: времена t_1' у којем возач „сазнаје“ да треба да кочи и времена t_1'' , које се утроши на премештање ноге са педале гаса или пода на педалу кочнице. Сила на команди F_p почиње да расте тек у тачки „2“, после истека времена реаговања возача и то постепено, зависно од брзине активирања команди.



Слика 6.28. Упрошћен дијаграм кочења, Јанковић (1993)

Возило почиње да се успорава такође с одређеним закашњењем у односу на појаву силе на команди, односно у тачки „3“. Ово закашњење је на слици 6.28 означено са t_2 и представља време одзива кочног система. Време одзива система за кочење троши се на савладавање зазора у преносном механизму кочног система, на померање вентила и других управљачких елемената, на потискивање кочне течности или довођење ваздуха под притиском, на померање папуча до добоша, односно до диска кочнице, итд. Један део времена одзива кочног система троши се и на померања изазвана еластичним деформацијама црева и других елемената преносног механизма.

Слично сили на команди F_a и успорење возила а постепено расте. Време активирања кочног система t_4 садржи два временска периода. Време t_4 представља завршну компоненту одзива кочног система и протеже се на период у којем успорење расте t_4' и време t_4'' , које непосредно одговара порасту силе на команди F_p . Пошто пораст силе зависи од брзине саопштавања силе на команди (што зависи од возача), то и компонента времена активирања кочног система t_4'' зависи од возача. Максимално успорење остварује се након истека времена t_4 , односно у тачки „5“, док сила на команди достиже своју највећу вредност, обично нешто раније, на пример у тачки „4“.

Кочење са максималним успорењем и приближно максималном силом на команди, остварује се све до заустављања возила, у тачки „6“, односно у времену t_5 . У тачки „6“ возач престаје да делује на команду, те сила на команди скоро тренутно пада на нулу. Успорење, међутим, опет постепено опада у неком времену t_6 , које се назива време одкочивања. Време одкочивања је обично врло кратко, али у случају да достиже веће вредности може веома неповољно да утиче на безбедност саобраћаја и укупне карактеристике возила. Описани процес кочења показује да се током времена кочења значајно мењају кочне силе, а тиме и одговарајућа успорења.

Из дијаграма види се да је укупно време заустављања возила t_u :

$$t_u = t_1 + t_2 + t_4 + t_5 \quad (6.1)$$

Док је време у којем се возило кочи под дејством кочних сила, односно време активног кочења t_{ak} једнако:

$$t_{ak} = t_4 + t_5 \quad (6.2)$$

Ако се времену активног кочења дода и време одзива кочног система t_2 , добија се време t_k , које у суштини представља стварно време кочења, од почетка деловања на команду до заустављања возила, односно:

$$t_k = t_2 + t_4 + t_5 = t_{ak} + t_2 \quad (6.3)$$

Средње максимално успорење $a_{a\max}$ односи се на време t_5 и за њега се у упрошћеном дијаграму кочења претпоставља да је константно. Средње успорење a_{sr} важи се на укупно време кочења t_k , док укупно средње успорење a_{sru} односи за укупно време заустављања t_u . У пракси се првенствено користе дефиниције максималног, тј. средње максималног и средњег успорења.

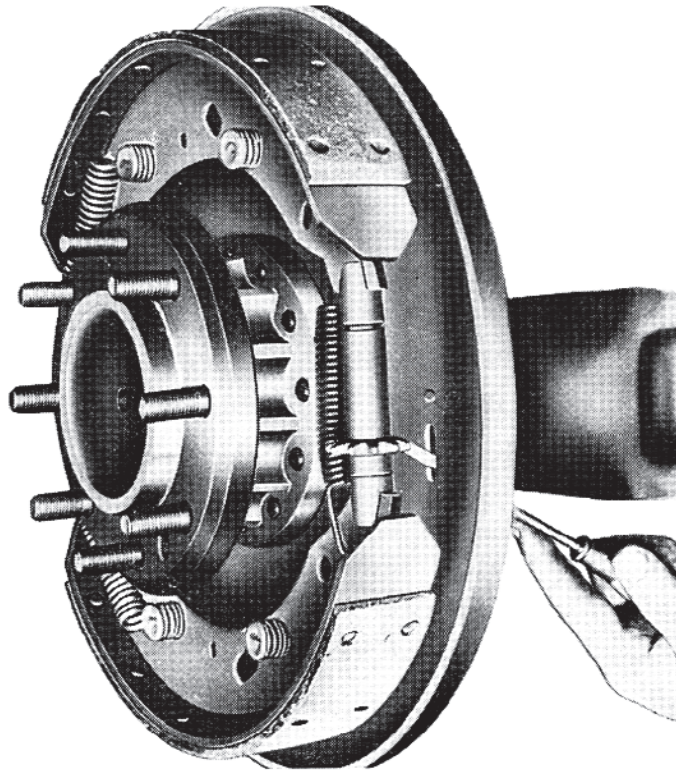
6.3. ОДРЖАВАЊЕ СИСТЕМА ЗА КОЧЕЊЕ

6.3.1. Подешавање система за кочење

Сигурност вожње у великој мери зависи од одржавања и подешености кочница, нарочито када је реч о вожњи у јавном саобраћају. Стога је веома важно стално проверавање исправности кочница. Треба нагласити да се кочнице оштећују редовним коришћењем, те долази до смањеног ефекта кочења. Осим тога, врло брзо долази и до неуједначеног кочења на појединим точковима, што доводи до заносења трактора у страну приликом наглог кочења.

Неуједначеност кочења може лако да се установи током вожње. Трактор се вози под малим „гасом“ у једној од виших брзина и нагло закочи истовременим кочењем оба точка, који морају да блокирају без тенденције и најмањег заносења у страну. Пробу исправности кочница треба извести на хоризонталној асфалтној подлози на којој нема блата, земље или песка. Нечиста или нагнута подлога приликом испитивања кочница изазива заносење и када су кочнице исправне.

Ако на равној и чистој подлози дође до заносења трактора и ако точкови не блокирају, кочнице морају да се подесе. Подешавање се спроводи према техничком упутству за сваки поједини тип кочнице. Код трактора ИМТ 542 кочнице се подешавају на следећи начин, слика 6.29. Када се услед употребе облоге папуча истроше, тада се са подешавачем папуча поново успоставља правилан размак између папуча и добоша кочнице. Пре подешавања размака задњи точкови трактора треба да се подигну дизалицом. Сва вратила и осовине треба да функционишу несметано и да, када су кочнице отпуштене, педале се налазе уз своје граничнике. Одшкринуту страну заштитни поклопац подешавача (чауре са зупцима) да би се ослободио отвор и увукао одвртач, што је показано на слици 6.29. Дејствујући одвртачем као полугом на зупце подешавача, размицати папуче у добошу све док се точак не блокира, окрећући зупце у смеру кретања казаљке на сату у левом точку, и у супротном смеру на десном точку. Олабавити подешавач све док се папуче тек ослободе додира са добошем. После шест до осам „пуцкања“ при олабљивању подешавача, точак би требало да се врти слободно. Након подешавања кочнице се проверавају у вожњи у једном од виших степена преноса. Трактор треба убрзати, а затим одвојити главну спојницу педалом и чврсто притиснути међусобно „забрављене“ педале запорком. Свако заносење од правца кретања треба да се сузбије отпуштањем подешавача на оној кочници на коју страну долази до заносења. Након тога поново треба да се провери подешеност кочница на оба точка. Кочнице НЕ СМЕЈУ да се подешавају променом дужине командних шипки, него само у добошима.



Слика 6.29. Подешавање кочнице код трактора ИМТ 542

6.3.2. Кварови система за кочење

Неисправност кочница се најчешће примећује као:

- неједнако кочење леве и десне стране,
- слабо кочење обе кочнице и
- загревање бубња кочница

Узроци неједнаког кочења леве и десне стране могу бити:

- неједнако регулисана лева и десна кочница,
- неједнака истрошеност облога, појасева или дискова и
- присуство уља или масти у једном од бубњева кочница.

Неједнако регулисане кочнице и неједнака истрошеност облога отклањају се подешавањем. Једино у случају веће истрошености азбестних облога треба их заменити новим и прописно подесити.

Ако се примети неједнако кочење леве и десне стране, а полуге имају једнак празан ход, са сигурношћу се може закључити да је кочница која слабије кочи науљена. Тада се никаквим регулисањем не може успоставити равнотежа, него папуче треба скинути и добро их опрати у чистом бензину. После тога треба пронаћи место преко којег долази до зауљивања, па тек када се то отклони, приступити поновном монтирању папуча.

Узроци слабог кочења могу бити:

- зауљеност облога обе кочнице или
- сувише велика истрошеност облога.

Отклањање неисправности спроводи се као и у претходном случају, с том разликом што се овде интервенише на обе кочнице. Истрошеност ексцентара такође доводи до различитих тешкоћа, као што су неједнако кочење и трајно блокирање кочнице.

До загревања долази када се кочница приликом регулације сувише затегне. За време вожње се појављује трење између бубња и папуча, услед чега се ствара висока температура. Ако се трактор не заустави на време, може доћи до оштећења појединих елемената трансмисије, а такође и до преоптерећења мотора. Ради спречавања наведених неправилности треба чешће контролисати температуру бубња. До истих последица долази и ако се приликом кретања не ослободи паркирна кочница или се ослободи, али не до краја.

Код система за кочење са хидрауличким преносним системом, као што је код трактора „дон дир“, серије 8020, слика 6.24, уколико је неки вод био демонтиран или су отклањани кварови на кочници, треба да се испусти ваздух из система. То се обавља тако што се одврне завртањ (2), слика 6.24, и на њега постави гумена цевчица. Слободан крај цевчице потопа се у прозирну чашу, ради сакупљања уља. Потом се притисне педала кочнице неколико пута и држи притиснута, да би се избацио ваздух из система заједно с уљем. Пре враћања педале у горњи почетни положај, завртањ (2) мора да се заврне, да не би дошло до враћања уља из чаше, па би процес трајао дуже. Поступак се понавља док не почне да истиче уље, без мехурића ваздуха.

6.5. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Који је задатак система за кочење?
2. Навести које додатне услове кочни системи треба да задовоље.
3. Описати структуру система за кочење.
4. Какве према намени могу да буду кочнице?
5. Какви постоје типови добош, а какви типови дискосних кочница?
6. Навести елементе пнеуматске кочне инсталације трактора.
7. Како функционишу добош кочнице с унутрашњим папучама?
8. Како функционишу тракасте кочнице?
9. Како функционишу дискосне кочнице са два диска?
10. Како функционишу дискосне кочнице са једним диском?
11. Због чега је важно уједначено кочење по точковима?

7. ХИДРАУЛИЧКИ СИСТЕМ

Хидраулички систем обавља више функција у зависности од изведене конструкције. Углавном, може се рећи да хидраулички систем служи за:

- подизање и спуштање ношених, полуношених и вучених прикључних машина, као и одржавање тих машина у подигнутом положају,
- принудно спуштање прикључних машина,
- одржавање задатог положаја прикључних машина са радним деловима изнад или испод површине земље и
- одржавање константног вучног отпора, односно оптерећења трактора код прикључних машина чији се радни органи налазе испод површине земљишта итд.

Због дизања прикључних машина, хидраулички систем често се назива и хидраулички подизни систем.

7.1. ОСНОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ХИДРАУЛИКЕ

Доведена механичка енергија претвара се помоћу хидрауличке пумпе у хидрауличку енергију, затим се помоћу струје радне течности преноси до хидрауличног мотора, где се претвара у механичку енергију. При преносу енергије кроз хидростатички систем могуће је и одговарајуће управљање, што је у основи циљ овог претварања.

Хидрауличка снага се изражава двома величинама: проток течности (масени проток у општем случају) Q и величина притиска p . У току процеса преношења енергије радна течност се подвргава променама свога стања, што се представља преко промене четири карактеристичне величине: притиска, протока, густине ρ и температуре t . У практичним прорачунима хидрауличких система довољне су са само две величине – притисак и проток, Бабић М. и Бабић Љ. (2005).

Уљно хидраулички погони се често означавају као "хидростатички погони", да би се разликовали од хидродинамичких преносника. То је оправдано пошто овде рад (снага, учинак) проистиче из притисака течности. Једначине хидростатике се изводе за идеалне течности, без масе, без трења и нестишљиве, које не поседују кинетичку енергију и не захтевају енергију за пренос.

Принцип дејства хидростатичког преносника заснива се на високом запреминском модулу еластичности (на практичној нестишљивости) течности и на Паскаловом закону, према коме се свака промена притиска у било којој тачки течне средине, не нарушавајући њену равнотежу, преноси у друге тачке течне средине без измене:

$$p = \frac{F}{A}, \quad (7.1)$$

где је:

p (N/m^2) или ($N/cm^2=0,1 \text{ bar}$) - притисак,
 F (N) - сила и
 A (cm^2) или (m^2) - површина.

Поред тога, уз овај притисак долази још и притисак течности p_g која на оквашене површине делује својом тежином:

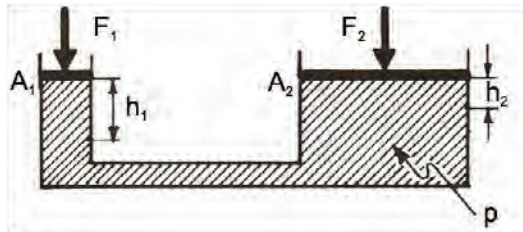
$$p_g = \rho \cdot g \cdot h, \quad (7.2)$$

где је:

- ρ (kg/m^3) - густина течности,
 g (m/s^2) - убрзање земљине теже и
 h (m) - висина стуба течности.

Овај притисак услед тежине течности се у већини случајева у хидростатици занемарује, пошто тек око 11 m уљног стуба ствара притисак од 1 bar .

Слика 7.1 приказује принцип дејства хидростатичке пресе. Сагласно Паскаловом закону, сила F_1 која делује на површину A_1 производи притисак p у течности, који истовремено делује на површину A_2 производећи силу F_2 .



Слика 7.1. Принцип дејства хидростатичке пресе, Wenner et al. (1980)

При томе, притисак p је једнак:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (7.3)$$

При кретању клипа 1 за ход h_1 промени се запремина за $V_1 = h_1 \cdot A_1$, а клип 2 се помера за ход h_2 , при чему се ствара запремина $V_2 = h_2 \cdot A_2$.

Ако нема цурења течности у систему, запремина V_2 је једнака запремини V_1 , што даје однос хода и однос брзина кретања клипова 1 и 2:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_1}{A_2}, \quad (7.4)$$

где је:

- v_1 (m/s) - брзина клипа 1 и
 v_2 (m/s) - брзина клипа 2.

На основу једначине континуитета за нестишљиви флуид, следи, $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 = Q$ Запремински проток Q се обично даје у следећим јединицама: $1 \cdot l / min = 1 / 60000 \cdot m^3 / s$.

Када се занемари трење, оба клипа ће обавити исти рад $F \cdot h$, што даје однос $h_1 / h_2 = F_2 / F_1$, који представља закон хидрауличке полуге, или однос сила хидростатичке пресе $F_2 / F_1 = A_2 / A_1$.

Сагласно Паскаловом закону, следи да сила F_1 делујући на површину A_1 ствара притисак p који онда делује на површину A_2 и ствара силу F_2 , и то тако да је у односу A_2 / A_1 већа од силе F_1 . Тако је у одређеном односу обављен пренос силе. Када је $A_2 > A_1$ постоји појачање, па спојени суд, слика 7.1, представља хидраулички ослоњену полугу.

пошто је снага једнака обављеном раду у јединици времена, то се за снагу добија:

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{d(F \cdot x)}{dt} = F \cdot v \quad (7.5)$$

На основу једнакости механичке и хидрауличке снаге, једначина за хидрауличку снагу, постаје:

$$P = p \cdot A \cdot \left(\frac{Q}{A} \right) = p \cdot Q \quad (7.6)$$

У пракси се обично притисак даје у *bar*-има, а проток у *l/min*, па се снага рачуна као:

$$P(kW) = \frac{p(bar) \cdot Q(l/min)}{600} \quad (7.7)$$

7.2. КОНСТРУКЦИЈЕ ХИДРАУЛИЧКИХ СИСТЕМА

Хидраулички систем може да буде независан или саставни део хидрауличког система трактора. Код трактора мањих снага присутан је само хидраулички систем, док код трактора већих снага, хидраулички систем је део хидрауличког система трактора. У том случају када се каже хидраулички систем, онда се мисли на део хидрауличког система који дејствује на систем за прикључење у три тачке и на спољне изводе хидрауличког система за напајање спољашњих хидрауличких цилиндара.

Хидраулички систем има шире значење и обезбеђује контролу и управљање:

1. системем за управљање (закретање управљачких тачкова),
2. кочницама,
3. трансмисијом,
4. еластичним ослањањем предњег моста,
5. ослањањем седишта и кабине
6. доњим подизним полугама и
7. спољашњим хидрауличким цилиндрима.

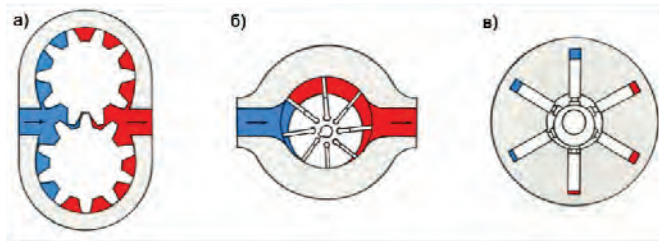
7.2.1. Елементи хидрауличког система

Хидраулички систем састоји се од:

- пумпи,
- резервоара,
- хладњака,
- вентила,
- водова,
- пречистача – филтера,
- цилиндара и
- хидромотора.

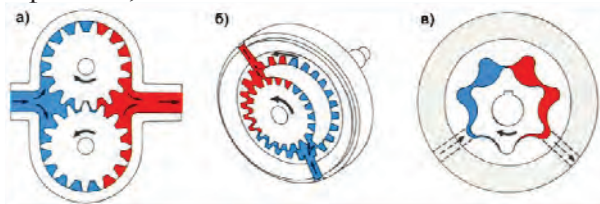
Хидрауличке пумпе претварају механичку енергију у хидрауличку. У раду, оне формирају парцијални вакуум на усисној страни, како би дозволиле притиску у резервоару да потискује уље у пумпу. Затим пумпе потискују уље ка потисној страни ка хидрауличком систему. Пумпе производе проток, а не притисак. Притисак је резултат отпора протоку који ствара пумпа. Основни типови пумпе су, слика 7.2:

- зупчасте, слика 7.2а,
- ексцентарске- крилне, слика 7.1б и
- клипне пумпе, слика 7.2в.



Слика 7.2. Хидрауличке пумпе: а) зупчаста, б) ексцентарска – крилна, в) клипна, Anonim FMO (1991)

На тракторима се највише користе зупчасте пумпе које се састоје од два зупчаника, који могу бити са спољашњим озубљењем, слика 7.3а, унутрашњим озубљењем, слика 7.3б и унутрашњим озубљењем, али са посебно профилисаним зупцима, односно обртним профилима, слика 7.3в.



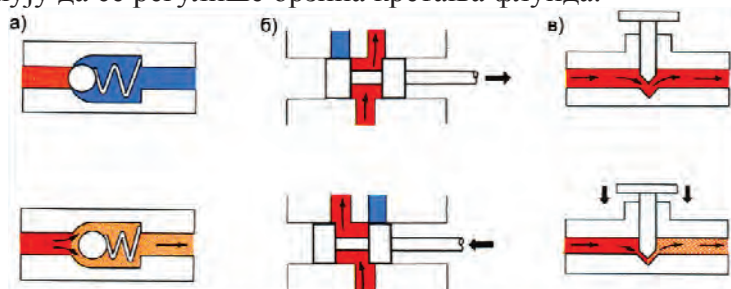
Слика 7.3. Зупчасте пумпе: а) с спољашњим озубљењем, б) са унутрашњим озубљењем, в) с обртним профилима, Anonim FMO (1991)

Задатак **резервоара** није само да складишти уље, него и да омогући да уље буде чисто, да у себи не садржи ваздух и да делимично хлади уље. Величина резервоара треба да буде довољно велика да:

- прихвати сву количину уља када систем не ради,
- одржава ниво уља изнад излазног вода,
- омогући одвођење топлоте током нормалног рада система и
- омогући одвајање ваздуха и осталих честица из уља.

Хладњаци хидрауличког уља примењују се код нових трактора где је радни притисак висок и њихов задатак је да омогуће одвођење топлоте од загрејаног уља.

Хидраулички вентили користе се да контролишу притисак, слика 7.4а, правац, слика 7.4б, и проток уља које потискује пумпа, слика 7.4в. Вентили који контролишу притисак имају задатак да смање притисак у систему, одржавају задати притисак или да служе као сигурносни вентили, који ограничавају максимални притисак у систему. Вентили који контролишу правац уља називају се разводни вентили и они одређују када и где ће уље да се усмерава. Вентили за регулацију протока омогућују да се регулише брзина кретања флуида.



Слика 7.4. Хидраулички вентили: а) контрола притиска, б) контрола правца, в) контрола протока, Anonim FMO (1991)

Хидраулички водови се користе за повезивање компоненти хидрауличког система. Постоје три конструкције водова и то: крути, полукрути и савитљиви. Крути водови су металне цеви, док полукрути и савитљиви могу бити гумене или пластичне цеви са металном арматуром.

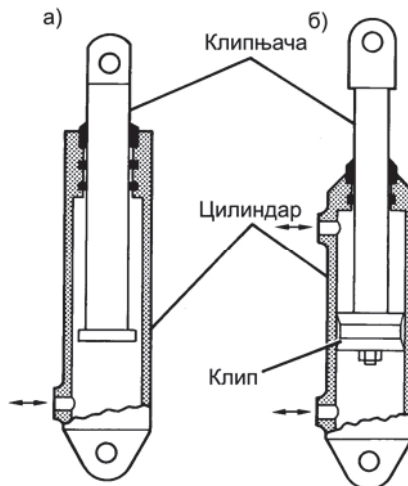
Пречистачи уља имају задатак да пречишћавају уље, чиме се продужава његов радни век. Контаминирано уље оштећује компоненте хидрауличког система, што може да доведе до неправилности у његовом раду.

Хидраулички цилиндри деле се на цилиндри:

1. једностраног и
2. двоструког дејства.

Код хидрауличког цилиндра једностраног дејства уље долази само са једне стране клипа и оно потискује клип из цилиндра, а враћање клипа у почетни положај обавља се под дејством прикључне машине на доњим полугама, слика 7.5. До хидрауличког цилиндра одлази само један вод.

Код хидрауличког цилиндра двоструког дејства, уље под притиском делује с обе стране клипа, без дејства тежине прикључне машине. Због тога до цилиндра долазе два хидрауличка вода.



Слика 7.5. Хидраулички цилиндри: а) једностраног дејства, б) двоструког дејства, Anonim CEMAGREF (1991)

Хидраулички мотори могу да се користе за погон предњих точкова трактора или за погон радних органа прикључне машине. У другом случају хидромотор са налази на прикључној машини.

Према начину рада постоје два типа хидрауличког система, односно система:

1. отворени централни и
2. затворени централни.

7.2.2. Отворени централни систем

Историјски посматрано први хидраулички системи су били отворени централни. Овакав тип хидрауличког система и данас је присутан код трактора, али мањих снага. Међутим, пошто се се функција система повећавала, јавила се потреба да уређај буде затворени централни.

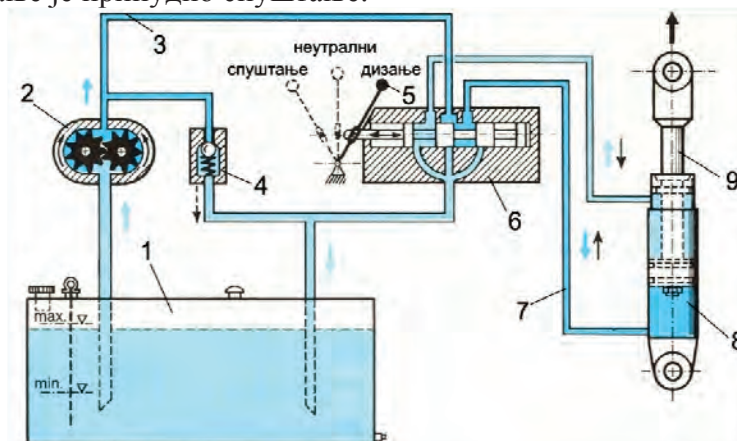
Код отвореног централног хидрауличког система пумпа потискује уље са континуалним протоком кроз систем, а затим се уље враћа у резервоар ако цилиндар није у раду. Овакав хидраулички систем је добар за рад са једним хидрауличким цилиндром. Међутим, ствари се компликују ако хидраулички систем мора да обавља две функције истовремено. Овај проблем се решава коришћењем вентила за дељење протока. Међутим, ако се број функција повећава, тада ни вентил за поделу протока не задовољава. Због тога се приступило примени затвореног централног система.

У зависности да ли хидраулички систем има аутоматско управљање појединим функцијама, они се дела на:

1. једноставне системе и
2. системе с управљањем.

7.2.2.1. Једноставни системи

Једноставни системи, односно системи, омогућују само операције дизања, спуштања и неутрални положај. На слици 7.6 приказан је једноставан отворен централни систем са хидрауличким цилиндром двоструког дејства. Пумпа (2) усисава уље из резервоара и потискује под притиском према разводном вентилу (6). Разводним вентилом управља се посредством командне ручице (5), која као и разводник има три положаја: подизање, неутрални и спуштање прикључне машине. На слици 7.6 командна ручица и разводни вентил су у положају подизање. Пошто је отворен пут ка хидрауличком цилиндру (8), уље долази са доње стране клипа у цилиндру и потискује га заједно са клипњачом (9) нагоре. Ово кретање преноси се на систем за прикључење у три тачке и прикључна машина се подиже. У случају да дође до преоптерећења током рада и пораста притиска, да се не би оштетила инсталација и пумпа, отвара се сигурносни вентил (4), који пропушта уље у резервоар. У неутралном положају уље преко разводног вентила враћа се директно у резервоар. Док у положају спуштање уље долази са горње стране клипа тако да се под притиском уља клипњача спушта надолу, а самим тим и прикључна машина. Овакво спуштање је принудно спуштање.



Слика 7.6. Једноставан хидраулички систем: 1. резервоар; 2. пумпа; 3. вод између пумпе и разводног вентила; 4. сигурносни вентил; 5. командна ручица; 6. разводни вентил; 7. вод између разводног вентила и цилиндра; 8. цилиндар двоструког дејства; 9. клипњача цилиндра, Wenner et al. (1980)

Ови системи могу да имају и пливајући положај. У пливајућем положају не постоји чврста веза између трактора и прикључне машине, него прикључна машина

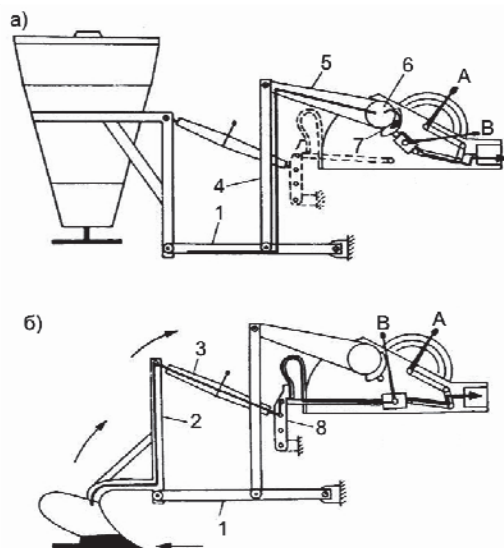
слободно виси на полугама система за прикључење у три тачке, а дубина рада подешава се тачком.

Због тога тежина трактора мора да буде велика да би трактор добро вукао, а и са променом вучног отпора трактор би успоравао или убрзавао, што се све преноси на мотор чији клипноколенасти механизам такође убрзава или успорава. Убрзања и успорења стварају инерцијалне силе које оптерећују мотор и тиме му скраћују радни век.

7.2.2.2. Системи с управљањем

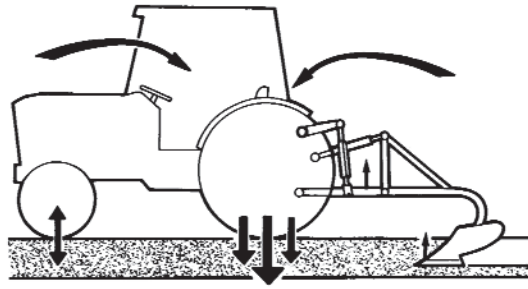
Системи с управљањем омогућују, осим подизања и спуштања прикључне машине, још и управљање трактором и прикључном машином, односно имају:

1. контролу вучне силе, односно отпора прикључне машине, слика 7.7б,
2. контролу положаја, односно одржавање задате висине прикључне машине, слика 7.7а, и
3. контролу дубине, односно одржавање прикључне машине на дубини потребној за рад.



Слика 7.7. Контрола положаја и вуче: а) контрола положаја, б) контрола вуче: 1. доња полуга; 2. пирамида на прикључној машини; 3. горња полуга; 4. подизна шипка; 5. раме хидраулика; 6. вратило хидраулика; 7. брег на вратилу; 8. опруга

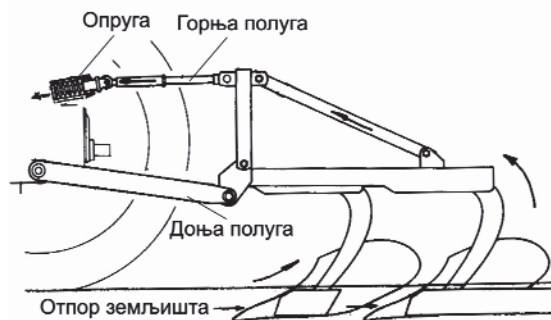
При регулисању вучне силе или контроли вуче и регулисању положаја или контроли положаја, трактор и прикључна машина чврсто су повезани, односно трактор носи прикључну машину и није потпорни тачак. Због ношења прикључне машине током рада, тежина са предњег моста и тежина прикључне машине и земљишта пребацује се на задњи мост, па погонски точкови добро вуку, слика 7.8. Због тога трактори који имају хидраулички систем с управљањем не морају да имају тегове током рада, јер долази до описане прерасподеле оптерећења. Због неношења тегова, трактори мало троше горива у транспорту, па данас скоро сви трактори имају хидрауличке системе с управљањем.



Слика 7.8. Прерасподела тежина са предњег моста и с оруђа на задњи мост трактора, Anonim СЕМАГРЕФ (1991)

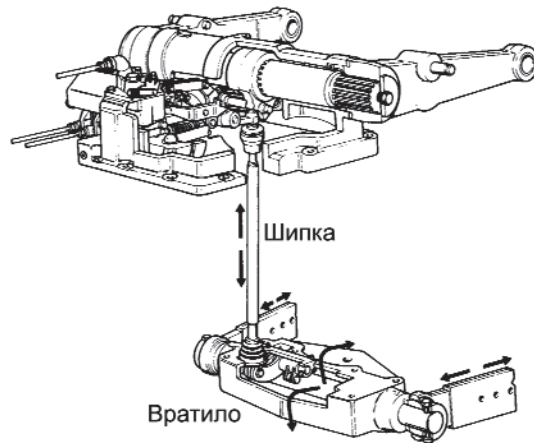
Контрола вуче користи се код прикључних машина чији радни органи продиру у земљиште, односно код подривача, разривача, плугова, култиватора, итд. Контрола вуче одржава константно оптерећење трактора. У идеалним радним условима, када би састав земљишта био исти по целој парцели, оптерећење трактора и радна дубина би били констатни. У стварности ово се никад не дешава, пошто су услови променљиви, па је и оптерећење трактора променљиво. Због тога контрола вуче има задатак да одржава констатним отпор на доњим полугама трактора, а самим тим и вучну силу трактора.

Контрола вуче заснива се на појави да за време орања, услед отпора које земљиште пружа плугу, на доње полуге делује сила истезања. На горњу полуку већином делује сила сабијања, а ређе истезања. Отпор земљишта делује на плуг, а његов центар налази се испод доњих полуга, тако да ствара обртни момент, који тежи да заокрене плуг око попречне осовине, односно тачке споја доњих полуга трактора и плуга. Због тога на горњу полуку дејствује сила сабијања, слика 7.9. Деформације опруге преносе се преко система полужја на разводни вентил, који према потреби, пребацује ток уља на подизање или спуштање. Када отпор земљишта порасте контрола вуче подиже плуг из земљишта и орање постаје плиће, а када се отпор смањи, долази до спуштања плуга и орање постаје дубље.



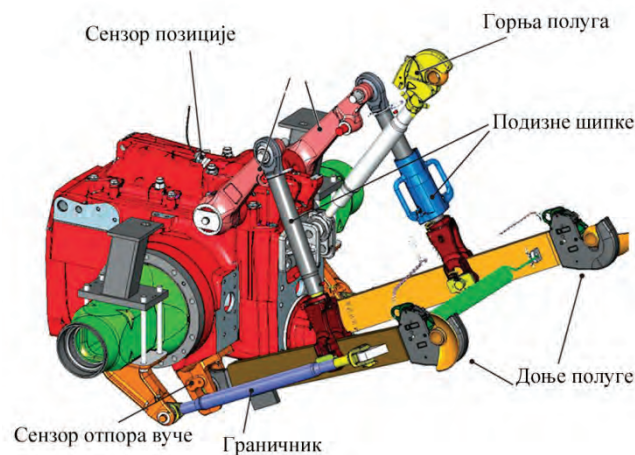
Слика 7.9. Контрола вуче преко горње полуге, Bell (1989)

Код трактора већих снага, који имају хидраулички систем велике подизне моћи, прикључују се тешки плугови чије је тежиште удаљено од задњег моста трактора. Због тога обртни момент који ствара отпор земљишта не може да савлада обртни момент формиран деловањем тежине плуга кроз тежиште, па на горњу полуку делују мале силе које не могу да покрену механизам контроле вуче. Због тога се опруга за регулисање поставља уз доње полуге на које делују јаке силе истезања, слика 7.10. Под дејством великих оптерећења више се уврће вратило на чијим се крајевима налазе осовинице доњих полуга. Увртање вратила преноси се на шипку, која дејствује на разводни вентил који пребацује ток уља на дизање плуга. Падом отпора земљишта смањује се увртање вратила, па орање постаје дубље.



Слика 7.10. Контрола вуче преко доњих полууга, Bell (1989)

Код савремених трактора уместо механичких полууга, користе се електрични сензори, слика 7.11.

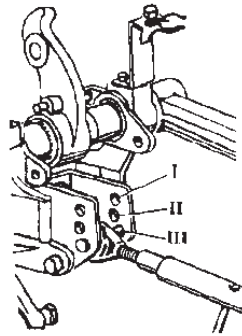


Слика 7.11. Контрола вуче преко доњих полууга

Промена дубине орања не одговара биљкама, пошто једне имају повољније, а друге неповољније услове за раст. Због тога се на тракторима примењује систем који смањује варирање дубине. Систем ради на принципу смањења осетљивости опруге према променама отпора земљишта. Ако сила горње полууге делује на дужем краку, добија се брже реаговање контроле вуче, а ако делује на краћем краку добија се спорије реаговање.

У зависности од дубине орања и карактеристика земљишта, код трактора MTZ 820/920 горња полууга треба да се постави у један од три положаја, слика 7.12:

- I. лака земљишта и мала дубина обраде при регулацији силе вуче;
- II. средње тешка земљишта и мала дубина обраде при регулацији силе вуче и
- III. тешка земљишта при великим дубинама обраде и регулацији силе вуче, а такође при позиционој регулацији или без коришћења регулације силе вуче.



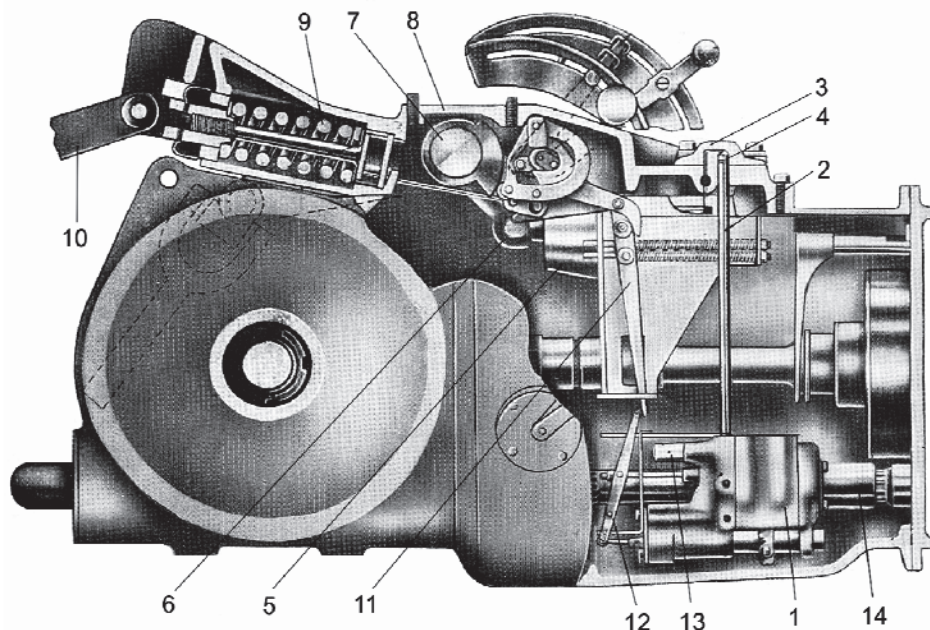
Слика 7.12. Положаји горње полуге код трактора MTZ 820/920

Контрола положаја омогућава тачну и осетљиву контролу положаја прикључног оруђа изнад земљишта, као што је прскалица, равњач и др. Позициона регулација може да се користи код машина за обраду земљишта, полуношених плугова са радним цилиндрима, итд. Овај тип регулатора не препоручује се за коришћење на неравном терену. Позициона регулација на њиви са неравном површином може бити узрок сталног укључивања, које проузрокује брзо вертикално померање прикљученог оруђа.

7.2.2.3. Хидраулички систем на тракторима ИМТ 539

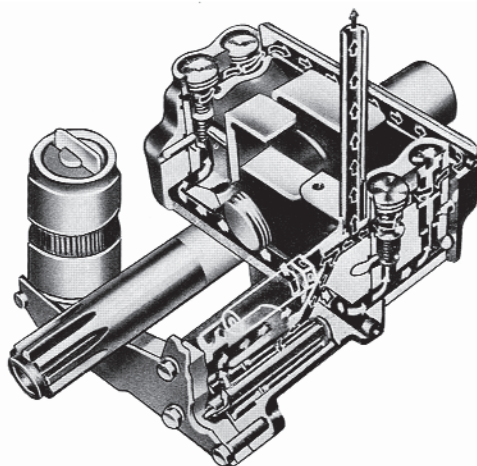
Хидраулички систем на тракторима ИМТ 539 је отворени централни с управљањем и цилиндром једноструког дејства, слика 7.13. Систем се састоји од 4-оро цилиндричне пумпе са разводником и вентилом сигурности, потопљене у уље, која је погоњена преко брегастог вратила које погони прикључно вратило. Затим, од поклопца хидраулика са квадрантом команди, механизма подизног система и вучних полуга. Сви делови хидросистема смештени су у централом кућишту између мењача и диференцијала трактора, па се због тога не користи посебан резервоар хидрауличног уља, него се користи трансмисионо. Код овог хидрауличног система постоји контрола вуче и положаја.

Клипна пумпа хидраулика (1) је спојена са хидрауличким цилиндром (5) преко вертикалне цеви (2) и канала разводног поклопца (3), који може да се скине ради постављања спољњих разводних вентила. Пумпа потискује уље под притиском кроз вертикалну цев у цилиндар. Клипњача (6) је преко крака спојена са подизним вратилом (7), чији крајеви излазе бочно из поклопца хидрауличног система (8). Подизно вратило је на својим крајевима спојено жлебовима са раменима, а ови су зглобно повезани са подизним шипкама. Подизне шипке спојене су са доњим полугама.



Слика 7.13. Хидраулички систем на тракторима ИМТ 539: 1. пумпа; 2. вертикална цев уљног вода; 3. разводни поклопац; 4. заптивни гумени "О" прстен; 5. хидраулички цилиндар; 6. клипњача; 7. подизно вратило; 8. поклопац хидрауличког система; 9. балансна опруга; 10. горња полуга; 11. преносне полуге контроле вуче и положаја; 12. двокрака полуга разводника; 13. сигурносни вентил; 14. брегасто вратило

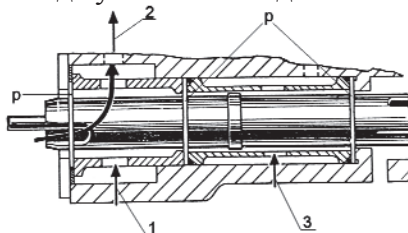
Конструкција пумпе је тако изведена да се две кулисе са клиповима налазе на клизним каменовима и бреговима брегастог вратила пумпе. Парови наспрамних клипова на једној кулиси имају наизменично кретање, односно док један клип улази у комору вентила други излази. Наспрам сваког од четири клипа налази се по један пар вентила с опругама у комори вентила. Коморе у свом горњем делу имају заптивне чепове и гумене заптивне прстенове, осигуране помоћу еластичног ускочника. У доњем делу пумпе налази се кућиште разводника с осцилатором разводника, а у горњем делу налази се сигурносни вентил. Сигурносни вентил (13) се отвара када притисак у систему постане већи од номиналног, односно, када је већи од 175 бара. То може да се деси приликом покушаја да се подигне превише тежак терет помоћу доњих полуга или приликом покушаја да се подигне оруђе чији су се радни органи закачили за скривену препреку испод површине земљишта. Доњи део пумпе потопљен је у уљу, слика 7.14, које истовремено служи и за подмазивање мењача и диференцијала. Тело пумпе је ослоњено на вратило лежишним чаурама, па је тако она „лебдећа“, ради лакшег центрирања. Чивије, постављене с обе стране централног кућишта, спречавају тело пумпе да се обрће. Разводник служи за развођење уља кроз пумпу према цилиндру, као и за враћање уља из цилиндра, у зависности од положаја командних ручица хидрауличког система. Разводник је цевастог типа који клиза унутар доњег дела задњег поклопца пумпе на три челичне каљене подлошке (р), које су раздвојене одстојним чаурама и тиме деле цилиндричну шупљину унутар поклопца на два дела, слика 7.15. Ова два дела образују усисну (1) и излазну (3) комору пумпе. Усисна и излазна комора се отварају и затварају помоћу улазних и излазних уреза на крајевима разводника. Разводник има укупно пет положаја.



Слика 7.14. Ток кретања уља кроз пумпу

Положај пуњења (подизање)

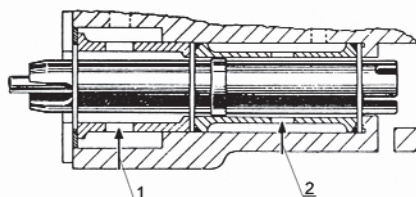
Када се разводник помери унапред, његови улазни урези улазе у усисну комору тако да пумпа, која непрекидно ради, може да усисава уље и да га шаље ка цилиндру ради подизања доњих полууга, слика 7.15. У овом положају разводник је затворио излазну комору тако да уље не може да истекне назад у корито.



Слика 7.15. Разводни вентил у положају дизања: 1. улазна комора; 2. усисни канал ка вентилима; 3. излазна комора; р. подлошке

Неутралан положај

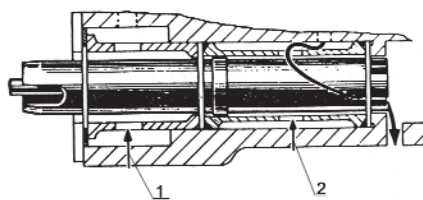
Када је разводник постављен на средини, улазни и излазни урези су изван одговарајућих комора, па је због тога ток уља у систему прекинут и радни цилиндар и доње полуге мирују, слика 7.16.



Слика 7.16. Разводни вентил у неутралном положају: 1. улазна комора; 2. излазна комора

Спуштање „СПОРО“

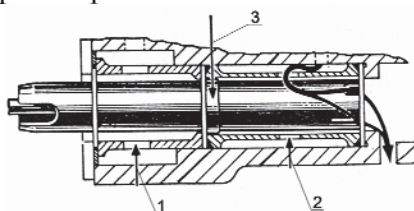
Када се разводник помера уназад, улазна комора остаје затворена, али излазни отвори су ушли у испусну комору допуштајући уљу да се из цилиндра истаче у централно кућиште и доње полуге се спуштају, слика 7.17. Брзина истакања уља је, сразмерна површини уреза унутар излазне коморе, а то зависи од тога колико је разводник извучен.



Слика 7.17. Разводни вентил у положају спорог спуштања: 1. улазна комора; 2. излазна комора

Спуштање „БРЗО“

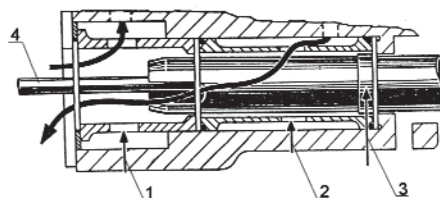
Када разводник настави да се постепено помера даље уназад, други, већи пар уреза почиње да се помаља стварајући додатне урезе за истицање уља. Брзина спуштања се због тога нагло повећава када ова друга два додатна излазна уреза уђу у излазну комору, слика 7.18. Брзо истакање уља које се овим постиже представља посебну предност при раду са извесним оруђима. Међутим, ово нема никакве везе са системем за „прекидање преоптерећења“.



Слика 7.18. Разводни вентил у положају брзог спуштања: 1. улазна комора; 2. излазна комора; 3. граничник хода разводног вентила

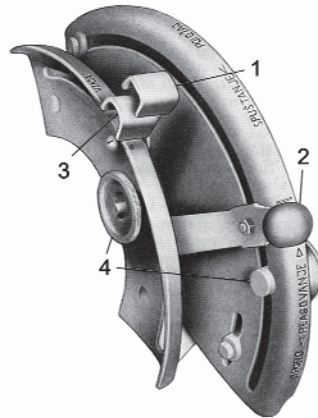
Положај прекидања преоптерећења

Овај положај се добија када је разводник гурнут сасвим унапред толико да и шири улазни отвори разводника уђу у испусну комору и уље се на тај начин нагло испразни из система, слика 7.19.



Слика 7.19. Разводни вентил у положају прекидања преоптерећења: 1. улазна комора; 2. излазна комора; 3. граничник хода разводног вентила

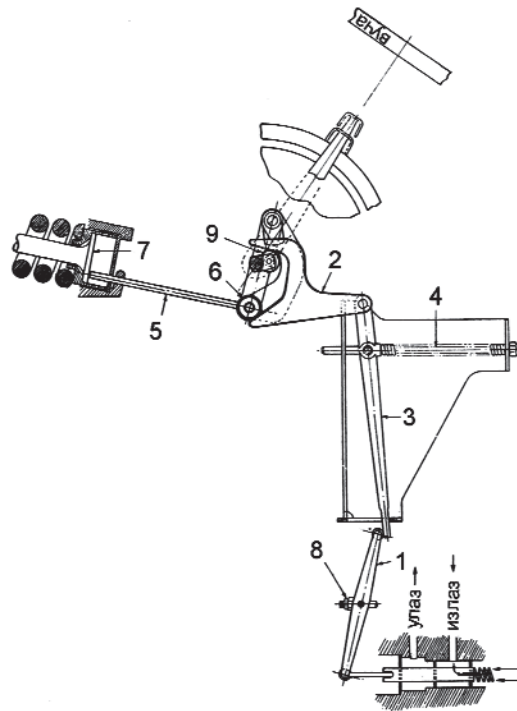
Квадранти са две ручице за руковање хидрауличким системем постављени су поред седишта са десне стране, на дохват руке руковалаца, слика 7.20. Помоћу ручице у спољашњем квадранту, тј. командне ручице за контролу вуче (2) подешава се дубина рада оруђа, као што је плуг итд. Помоћу ручице у унутрашњем квадранту, тј. командне ручице за контролу положаја (1) у горњем делу овог квадранта (ПОЛОЖАЈ) подешава се положај, односно висина доњих полууга. У доњем делу квадранта (РЕАГОВАЊЕ) подешава се брзина спуштања оруђа, односно брзина реаговања. На квадрантима се налазе називи, „БРЗО“ и „СПОРО“ као што је приказано на слици 7.20.



Слика 7.20. Командне ручице и квадранти: 1. командна ручица за контролу положаја и брзину реаговања; 2. командна ручица за контролу вуче; 3. подесиви граничник командне ручице за контролу положаја; 4. нарецкане навртке граничника и командних ручица

Систем за контролу вучне силе

Главне компоненте овог система су постављене једна поред друге са компонентама система за контролу положаја и реаговања. То су виљушка за контролу вуче (2), слика 7.21, (диференцијални брег), везана за вертикалну полугу (3) која се слободно клати око свог ослоња на вођици опруге (4), а својим доњим крајем може да дође у додир са двокраком полугом разводника (1). Задњи део виљушке (2) има облик чељусту и ослања се својим горњим краком на ваљчић (9), који је везан за осовину командне ручице за вучну силу. Други ваљчић (6) на предњем крају шипке за контролу вуче (5) је у додиру са доњом унутрашњом ивицом чељусту. Кулиса за контролу вуче спречава вертикално померање ваљчића (6) силом опруге разводника, која делује преко шипке потискивача и двокраких полуга (1) и (3). Померањем ручице за контролу положаја у област контроле реаговања, плуг (оруђе) спушта се у земљу. Кретањем трактора унапред оруђе ће да постигне извесну радну дубину и тада ступа у дејство аутоматска контрола вуче на следећи начин. Преко горње полуге вучни отпор плуга потискује преко вретена са печурком (7) шипку контроле вуче (5) унапред, услед чега се виљушка (2) помера унапред обрћући се око ваљчића (9) везаног за осовину ручице команде за вучу. Даљим померањем краја виљушке обрће се вертикална полуга (3) око свог ослоња на вођици опруге (4) и преко двокраке полуге (1) помера разводник у неутрални положај. Тада је вучни отпор оруђа уравнотежен са силом у балансној опрузи, насталом њеним сабијањем. Уколико се при раду повећа отпор земљишта печурка под дејством балансне опруге гурне шипку унапред, шипка виљушку, а виљушка обрне вертикалну полугу, која преко двокраке полуге помери разводни вентил у положај дизање. Смањењем дубине орања, опада оптерећење у горњој полузи, што се преноси и на печурку, која се одваја од шипке. Опруга која константно обавља притисак на разводни вентил тежи да поништи настали зазор и гура разводни вентил у неутрални положај. Уколико даљим кретањем трактора опадне отпор земљишта, печурка наставља да се удаљава од шипке, стварајући зазор, који опруга на разводном вентилу тежи да поништи, гурајући разводни вентил у положај спуштања плуга. Када оптерећење повећањем дубине толико порасте да пучурка удари у шипку, преко система полуга разводни вентил враћа се у неутрални положај. Цео процес рада контроле вуче стално се понавља докле год се оре земљиште.



Слика 7.21. Команда и управљање контролом вучне силе: 1. двокрака полука; 2. виљушка; 3. вертикална полука; 4. вођица опруге; 5. шипка; 6. ваљчић; 7. опруга са печурком; 8. подесива навртка са самодејствујућим осигурањем; 9. ваљчић

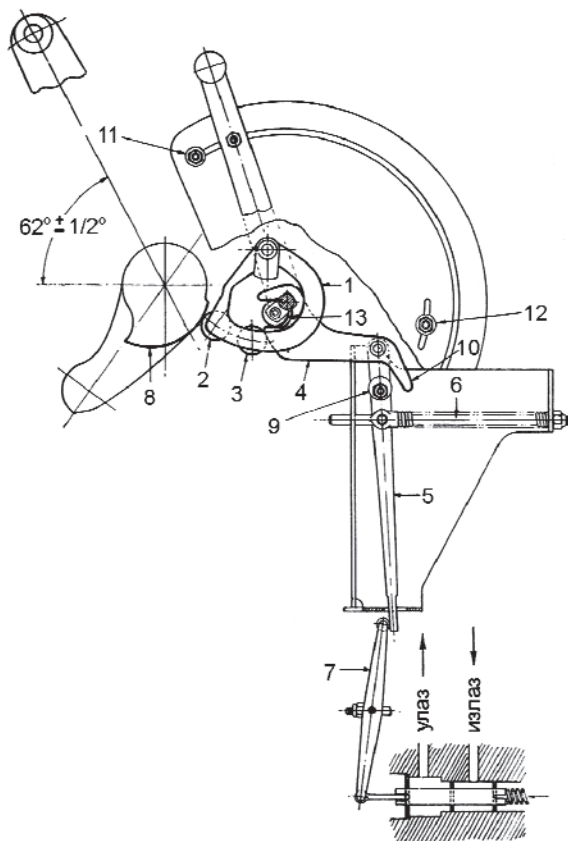
Систем за контролу положаја

Главне компоненте овог система су елиптична кулиса (1), слика 7.22, која се клати при врху, а на доњем делу има два ваљчића – један (2) у додиру са брегом на избразданој чаури са краком, други (3) у додиру са виљушком (4) (диференцијалним брегом). На једном крају виљушка је облика чељусту ради смештања ваљчића (13), који се налази на осовини командне ручице за положај и реаговање; на другом крају виљушка се клати око вертикалне двокраке полуке (5), која се, пак, клати око ослоња на вођици опруге (6). Доњи крај ове полуке (5) креће се у прорезу на лименој конзоли и у додиру је са ваљчићем на горњем краку двокраке полуке разводника (7).

Када је командна ручица за положај и реаговање у врху свог квадранта, разводник се задржава у средњем или неутралном положају вертикалном двокраком полуком (5) која држи уназад двокраку полуку разводника (7), одупирући се сили опруге која дејствује на разводник преко шипке потискивача. Ова сила опруге увек тежи да закрене вертикалну полуку (5) око њене тачке ослоња на вођици опруге (6) и на тај начин и да виљушку (4) помери уназад према ваљчићу (3) на кулиси (1).

Приликом спуштања подизних полука, односно када се ручица команде за положај помери унапред наниже на квадранту на ознаку ПОЛОЖАЈ, ваљчић (13) везан за осовину ручице издиже чељуст виљушке (4) и омогућава јој да се под дејством опруге повратника помери уназад до поновног додира са ваљчићем (3) на кулиси (1). Овим померањем виљушке уназад (4) омогућено је да се доњи део вертикалне полуке (5) помери унапред, а тиме и доњи део двокраке полуке (7) уназад, што разводник доводи у положај спуштања. Спуштањем подизних полука услед истицања уља из цилиндра, обрће се подизно вратило, а заједно са њим и избраздана чаура са брегом (8). Услед обртања подизног вратила брег (8) потискује преко ваљчића (2) кулису (1) унапред, а ваљчић (3) гура виљушку (4) унапред, што је омогућено обртањем кулисе око тачке вешања. Померањем виљушке унапред, а

тима и преносних полуга, разводник се помера у неутрални положај, чиме престаје истицање уља и оруђе задржава задати положај командном ручицом за положај. Ако током рада на парцели због проласка уља између клипа и цилиндра дође полуге падну надолу, ексцентарски брег потискује кулису и виљушку унапред, тако да двокрака полуга гура разводник у положај дизања. Оруђе се подиже све док се ексцентарски брег (8) не одмакне од ваљчића (2) тако да се створи зазор, који тежи да поништи опругу која потискује разводни вентил у неутрални положај. Командном ручицом контроле положаја може и да се одабере брзина реаговања хидрауличног система под дејством контроле вуче. Померањем командне ручице за положај надолу бира се „БРЗО“ или „СПОРО“ реаговање.



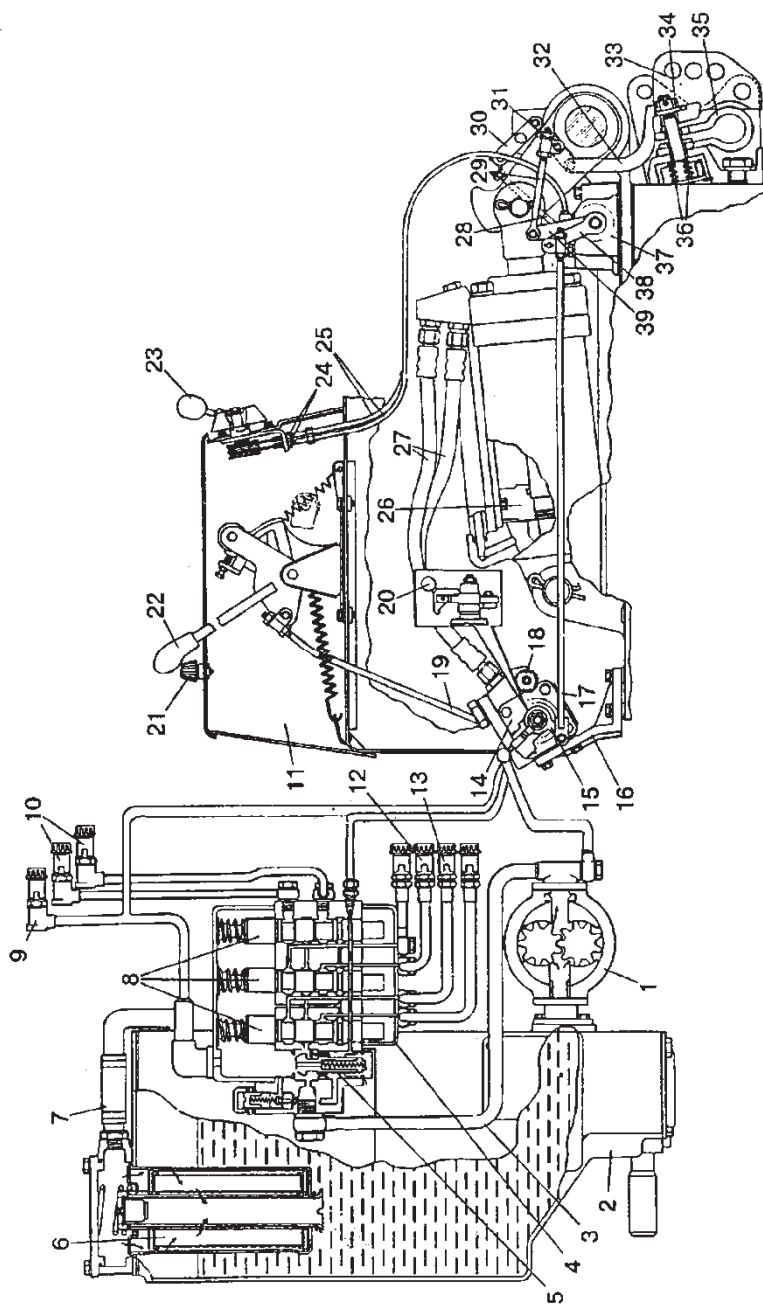
Слика 7.22. Команда и управљање контролом положаја: 1. кулиса; 2. ваљчић; 3. ваљчић; 4. виљушка контроле положаја; 5. вертикална полуга; 6. вођица опруге; 7. двокрака полуга са потискивачем; 8. брег избраздане чауре са краком; 9. ексцентар; 10. крак виљушке; 11. граничник; 12. граничник; 13. ваљчић

Постављањем на место разводног поклопца (3) двоположајне или троположајне славине, уље може да се усмери у једном положају од пумпе у цилиндар хидрауличног система трактора и тада хидраулички систем задржава напред наведене функције регулација. У другом, односно трећем положају цилиндар остаје блокиран, а уље се усмерава на спољашње потрошаче.

Хидраулички систем на тракторима МТЗ

Хидраулични систем је разделно агрегатни који обезбеђује подизање и спуштање прикључних машина, пливајући у неутрални положај. Истовремено, обезбеђена је контрола вуче позициона и мешовита регулација. Хидраулична инсталација је опремљена резервоаром за уље са пречистачем, пумпом за уље, разводником и

радним цилиндром. Радни цилиндар је двосмерног дејства. Хидраулична пумпа је зупчаста са максималним притиском од 200 бара.



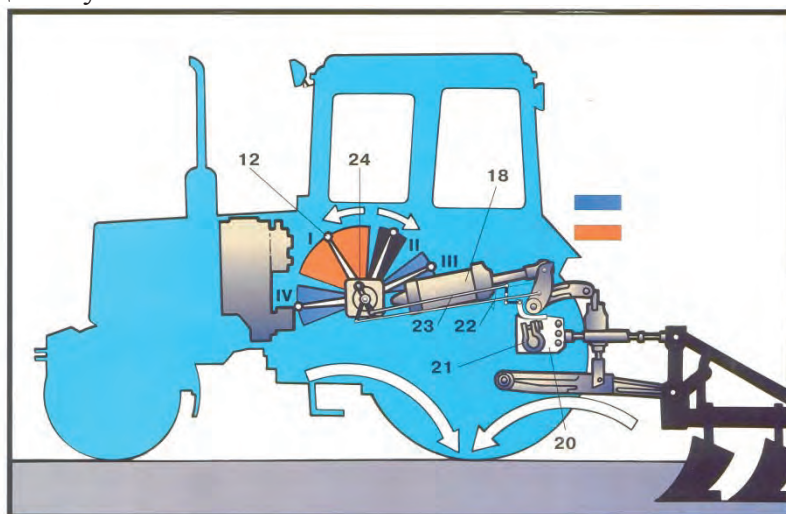
Сл. 7.23. Хидраулички систем код трактора МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952, 1025 и 1221

- | | |
|---|--|
| 1. Пумпа за уље | 21. Ослонац за регулисање |
| 2. Резервоар уља | 22. Ручица за управљање регулатором |
| 3. Вод уља под притиском према разводнику | 23. Управљање мешачем сигнала |
| 4. Разводник | 24. Завртњи за регулацију дужине сајле |
| 5. Пропусни (преливни) вентил | 25. Сајла за управљање мешачем сигнала |
| 6. Филтер за уље | 26. Цилиндар |
| 7. Сливни вод уља | 27. Црева цилиндра |

- | | |
|--|--|
| 8. Клип разводника са спољашњим цилиндрима | 28. Полука давача силе |
| 9. Прикључак слободног сливања | 29. Полука позиционог давача |
| 10. Бочни десни прикључци (изводи) | 30. Двострана полука |
| 11. Пулт за управљање | 31. Позициони давач |
| 12. Задњи леви изводи | 32. Узица спојке централне полуке подизног механизма |
| 13. Задњи десни изводи | 33. Спојка централне полуке |
| 14. Регулатор силе | 34. Навртка за регулисање давача силе |
| 15. Ручица регулатора | 35. Опруга давача силе (притисна) |
| 16. Носач | 36. Опруга давача силе (растежућа) |
| 17. Полука регулатора | 37. Мешач сигнала |
| 18. Точкић за регулацију брзине корекције | 38. Ручица полуке регулатора |
| 19. Полука за управљање регулатором | 39. Полука позиционог регулисања |
| 20. Ручица за укључење мешача сигнала | |

Једном полуком (показана стрелицом) остварује се регулисање силе, позиције и мешовито регулисање (ако је постављено) у зависности од изабраног режима рада. Шема рада при регулацији силе - позиционо регулисање и прерасподела тежина показана је на слици 7.24:

- I зона регулисања положаја ношеног оруђа (дубина обраде земљишта)
- II неутрални - транспортни положај
- III подизање у транспортни положај
- IV принудно спуштање



Слика 7.24. Шема рада регулације на тракторима MTZ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952, 1025 и 1221

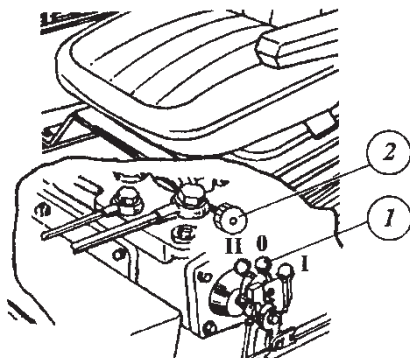
Хидраулички систем управљања системем за прикључивање оруђа у три тачке опремљен је регулатором силе вуче и ради у следећим режимима:

- регулација силе вуче;
- позициона регулација;
- комбинована регулација (по наруџбини).

Одабирањем режима рада користи се ручица за укључивање регулације силе и позиције.

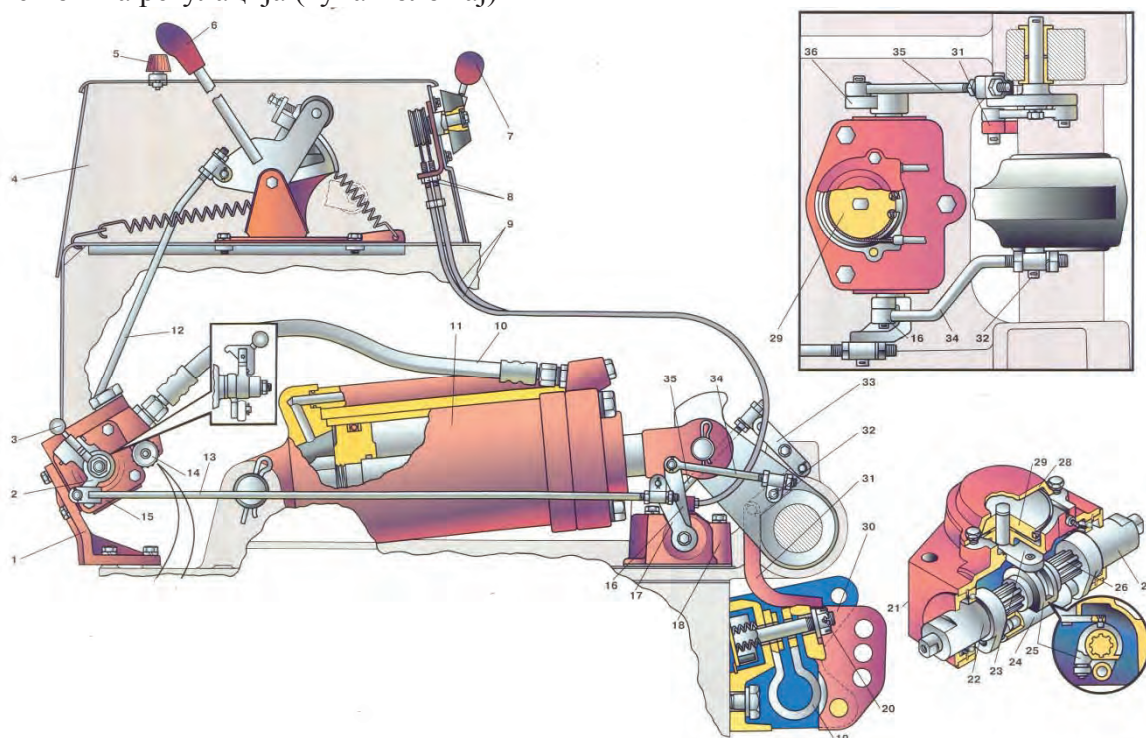
Да би ручица за укључивање била доступна треба скинути поклопац испод седишта. Ручица има следеће положаје:

- "0" - "Искључено";
- "I" - "Регулација силе";
- "II" - "Регулација позиције".

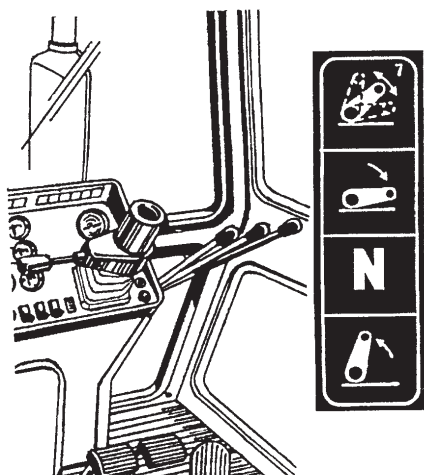


Слика 7.25. Ручица за регулацију силе и позиције

На тракторима 800/820, 890/892, 900/920, 950/952 мешач сигнала је намењен за механичко спајање разводног вентила регулатора силе и положаја 2 са давачем силе 25 и давачем позиције 21, слика 7.26. Осим тога мешач сигнала се налази на разводном вентилу (регулатор силе и положаја оруђа) и обезбеђује маханичку везу разводног вентила регулатора 2 и наведених давача. Његовим постављањем у одговарајући положај бира се да ли ће хидраулични систем да ради у режиму контроле вуче (добија импулс од давача силе) или у режиму контроле положаја (добија импулс од давача положаја), а код појединих модела омогућена је и мешовита регулација (вуча-положај)



Слика 7.26. Механизам за управљање хидрауликом на тракторима МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952



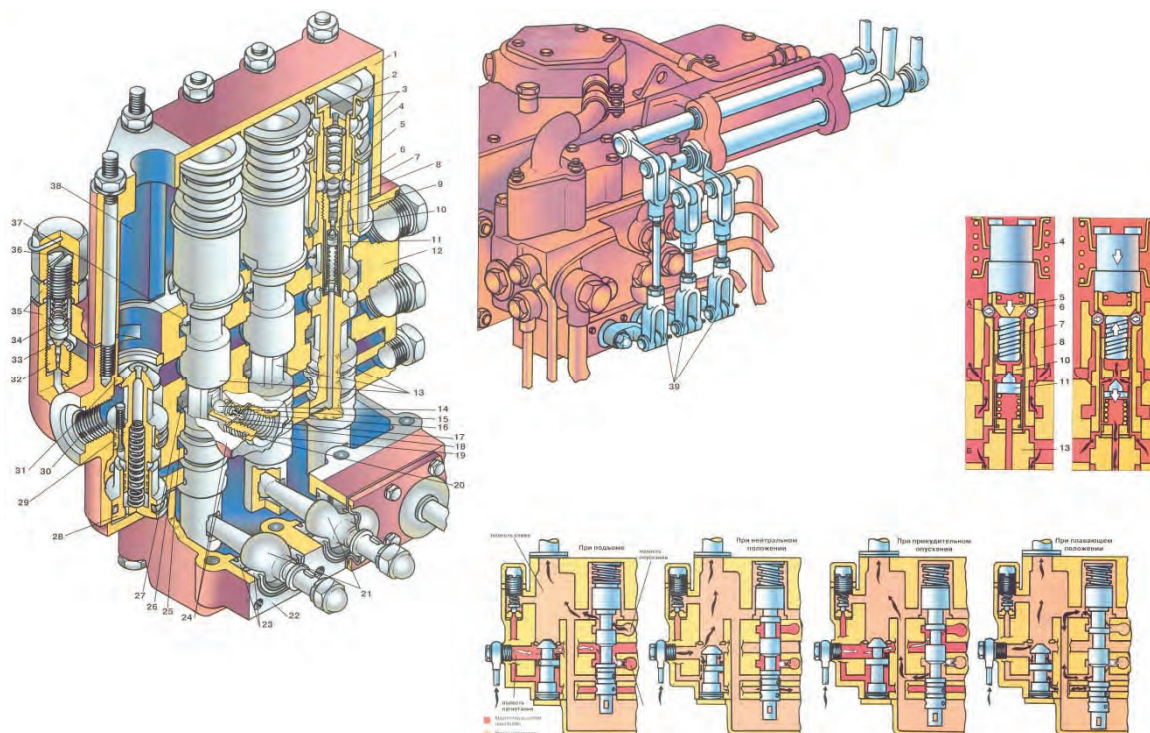
Слика 7.27. Положаји ручице за управљање спољашњим изводима

Сваком од три ручице постављене поред управљачког точка управља се спољашњим цилиндрима и имају четири положаја, слика 7.27:

1. "Неутралан" - доњи средњи положај (фиксиран);
2. "Подизање" - доњи нефиксиран положај. При отпуштању ручице она се враћа у "Неутралан";
3. "Принудно спуштање" - горњи средњи нефиксиран положај између позиција "Пливајући" и "Неутралан". После отпуштања, ручица се аутоматски враћа у положај "Неутралан".
4. "Пливајући" - горњи нефиксирани положај.

У положају принудног спуштања разводни вентил се не фиксира и враћа се у неутрални положај аутоматски после тога када тракториста спусти ручицу полуге за управљање разводним вентилом, слика 7.28.

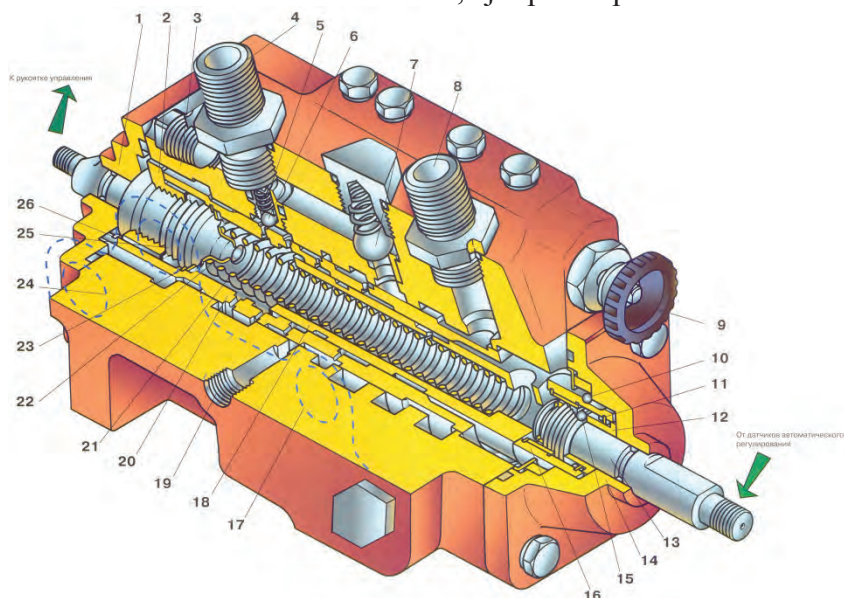
За чување хидросистема од преоптерећења у разводнику се налази сигурносни вентил 33, који се регулише завртњем 36 на радни притисак од 200 бара.



Сл. 7.28. Хидрорасподељивач код трактора МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 1025 и 1221

Разводни вентил (регулатор силе и положаја) повезан је са предње стране са ручицом која служи за управљање хидроликком код трактора МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952, 1025 и 1221. Уколико при раду (нпр. орање) долази до одступања

од задате дубине рада, мале корекције могу да се изведу закретањем точкића повезаног са вентилом приоритета који је постављен на горњем задњем делу разводног вентила. Закретањем точкића у смеру казаљке на сату регулише се проток уља, односно, његова брзина која преко вентила приоритета одлази на дизање. Уколико је дубина мања, вачљић се закреће у супротном смеру од смера обртања казаљки на сату ради спуштања оруђа, тј. даје се бржи проток уља. Истовремено, тиме се одеђује и брзина реаговања хидрауличног система. Одвртањем се повећава осетљивост система, тј. брзина реаговања.

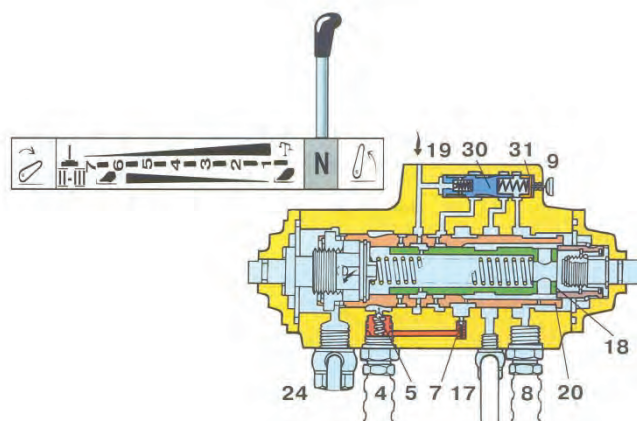


Слика 7.29. Разводни вентил (регулатор силе и положаја оруђа) на тракторима МТЗ 800/820, 890/892, 900/920, 950/952/ 1025, 1221.

Рад регулатора у различитим положајима ручице за управљање

Транспортни положај - наутралан

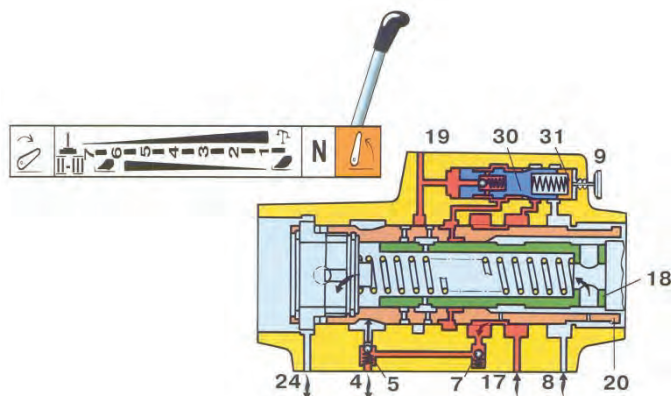
Када се ручица налази у положају "Неутралан" канал управљања 19 кроз чауру 20, клип разводника 18 и отвор 24 спаја се са повратним водом, пропусни вентил разводника се отвара и пумпа се растеређује (разводник је повезан сливом). Шупљина подизања цилиндра 4 затворена је вентилом затварачем 5 и окретним вентилом 7 - ношена прикључна машина задржава се у горњем положају.



Слика 7.30. Транспортни положај - неутралан

Подизање у транспортни положај

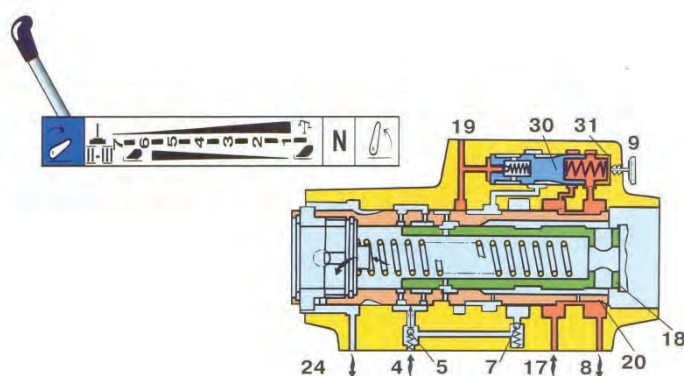
Када се ручица налази у положају "Подизање" канал управљања 19 прекрива се чауром 20 од слива и пропусни канал разводника се затвара. Канал под притиском 17 од пумпе затвара разводник од слива и истовремено кроз чауру окретни вентил 7 спаја се са шупљином подизања цилиндра 4 (област спуштања кроз чауру 20, унутрашња шупљина клип разводника 18 и отвор 24 спојени су са повратним водом – долази до подизања прикључне машине.



Слика 7.31. Подизање у транспортни положај

Принудно спуштање

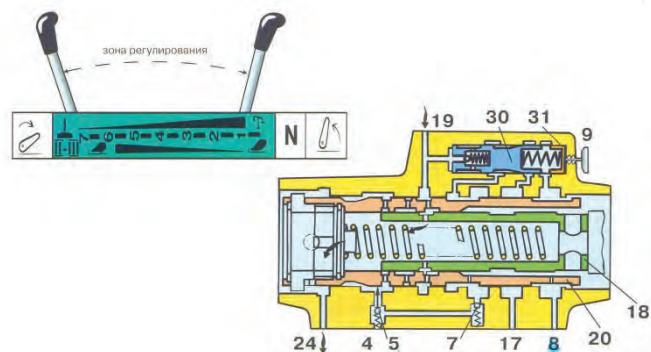
Када је ручица у положају "Спуштање" канал управљања 19 прекривен је чауром 20 од слива и пропусни вентил разводника се затвара. Канал под притиском 17 од пумпе затвара разводник од слива и истовремено преко чауре спаја област спуштања цилиндра 8 (област подизања преко откритеног вентила затварача 5 отвора чауре, клип разводника 18 и отвор 24 је спојен повратним водом), долази до спуштања неоптерећеног (без прикључног оруђа) подизног механизма под притиском



Слика 7.32. Принудно спуштање

Радни положај

При положају ручице у позицију "Радни положај" канал управљања 19 преко чауре 20, засуна за управљање 18 и отвора 24 спаја се са сливом, пропусни вентил разводника се отвара и пумпа се растерећује (разводник је спојен повратним водом). Област подизања цилиндра 17 је закључана (затворена) засуном за управљање и окретним вентилом 7 - ношена машина се задржава у положају који је задат ручицом.



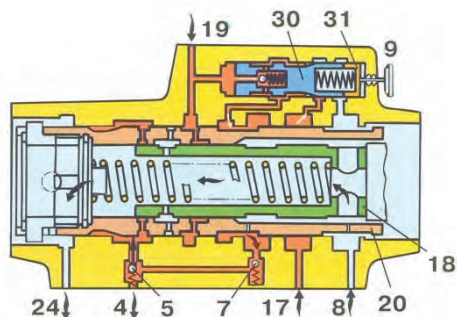
Слика 7.33. Радни положај

Радни положај - корекција подизања

Клип разводника 18 давачем се помера из положаја "Неутралан" улево.

Канал управљања 19 засуном за управљање 18 затворен је од слива и пропусни вентил разводника је затворен, пропушта кроз себе део протока од пумпе на сливање. Остатак протока од пумпе по каналу под притиском 17 долази у том случају у отворен вентил приоритета 30 и даље кроз њега у отворен обртни вентил 7 у област подизања цилиндра 4 - долази до корекције подизања.

Величина протока у области подизања цилиндра, а и брзина корекције зависи од положаја точкића 9. Што је више точкић окренут у смеру казаљке на сату, тим је мањи ход вентила приоритета 30, док не упре у завртањ за регулисање 31, а значи и мањи проток уља кроз вентил 30 од пумпе 17 у област подизања цилиндра 4. Више уља одлази кроз непотпуно затворен пропусни вентил разводника на слив - произилази регулисање брзине померања клипа цилиндра при корекцији.

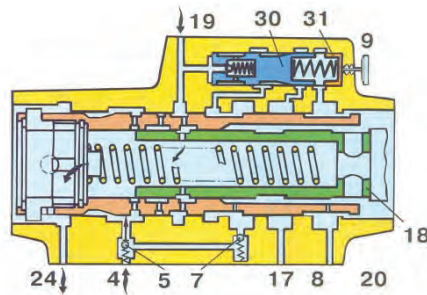


Слика 7.34. Радни положај - корекција подизања

Радни положај - корекција спуштања

Клип разводника се давачем помера из положаја "Неутралан" десно.

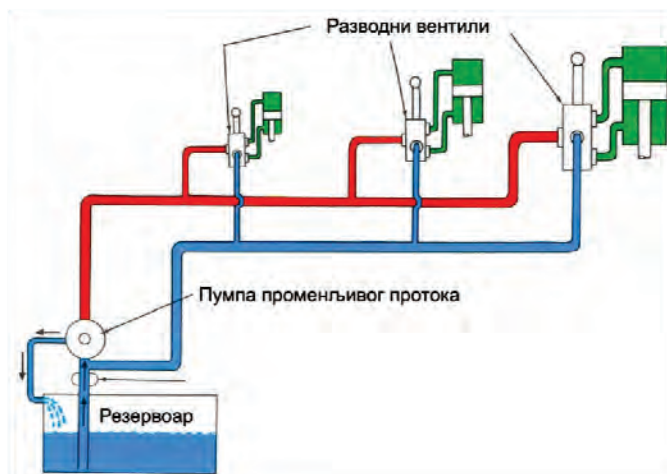
Канал управљања 19 остаје спојен сливом, пропусни вентил разводника је отворен, пумпа је растеређена. Област подизања цилиндра кроз отворен вентил затварач, клип разводника 18 и отвор 24 је спојен повратним водом - долази до истискивања уља из области подизања на слив, под дејством тежине прикључне машине, тј. долази до корекције на спуштање.



Слика 7.35. Радни положај - корекција спуштања

7.2.3. Затворени централни систем

Код затворених централних система данас се на тракторима највише користи затворени централни систем са клипно-аксијалном пумпом променљивог протока, слика 7.36. Ова пумпа шаље уље под притиском и протоком према потребама потрошача, односно само када су померени разводни вентили и ослобођен пролаз уљу ка хидрауличким цилиндрима. Чак и када ниједан потрошач није активиран, у систему влада притисак „стенд бај“ (*Stand by*), који служи само за покривање цурења у систему и за евентуално хлађење компоненти система. Максимални капацитет пумпе мора да буде једнак потребама свих потрошача који истовремено раде. Овакав затворени хидраулички систем је са променљивим протоком и притиском „прешр енд флоу компензејшн“ или *PFC (Pressure and Flow Compensation)*.



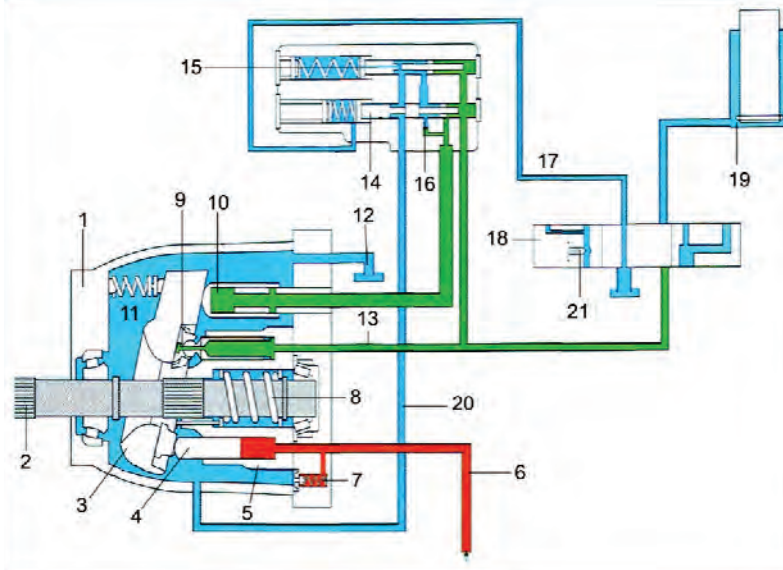
Слика 7.36. Затворени централни хидраулички систем, Anonim FMO (1991)

Предности затвореног централног хидрауличког система су:

- обезбеђује само неопходно снабдевање притиском и протоком за обављање одређене радње,
- омогућава мек рад хидраулике,
- смањује захтев за снагом,
- смањује загревање уља,
- смањује „стрес“ хидрауличких компоненти и
- систем је толерантан на прикључивање хидромотора и прикључака с отвореним централним системом.

Затворени централни системи са променљивим протоком и притиском *PFC* усавршени су додавањем нове функције, а то је осетљивост на оптерећења „лоуд

сенсинг“ (*Load Sensing*). Такав систем је приказан на слици 7.37. Закретна дисковна плоча (3) налази се у крајњем десном положају, када је максималан проток, због дејствовања опруге (11). Смањење протока се остварује закретањем плоче (3) улево, јер се тада смањује ход клипова (4) унутар ротирајућег тела (5). Ово померање остварује се управљањем хода клипа хидрауличког цилиндра (10), уз помоћ вентила за регулацију протока (14), односно вентила осетљивости на оптерећење. Уље се ка потрошачима шаље водом (13). На слици је врло упрошћено приказан разводни вентил (18), на који је повезан сигнални вод (17) за пренос информације о оптерећености система. Када се мотор трактора покрене, а при томе се закретна плоча услед дејства опруге (11) налази у крајњем десном положају, почиње протикање уља при притиску који је подешен на око 20 бара „стенд бај“ притисак, којим се обезбеђује управљање системом. Пошто нема напајања потрошача, притисак уља иде од вода (13) директно на вентил осетљивости на оптерећење „лоуд сенсинг“ (*Load Sensing*) (14), а преко њега на клип (10), те се закретна плоча помера улево, а проток доводи на нулу или блиско нули (волуметријски губици). Као што је наведено, при томе пумпа обезбеђује само „стенд бај“ притисак од око 20 бара. При томе је сигнални вод оптерећења у систему (17), због положаја регулационог система (18), повезан са резервоаром, односно у њему нема притиска. Да би се обезбедило сигурно напајање пумпе пре ње се поставља пумпа за претпуњење (ниски притисак), те се уље од ње доводи до клипно-аксијалне пумпе преко вода (6).

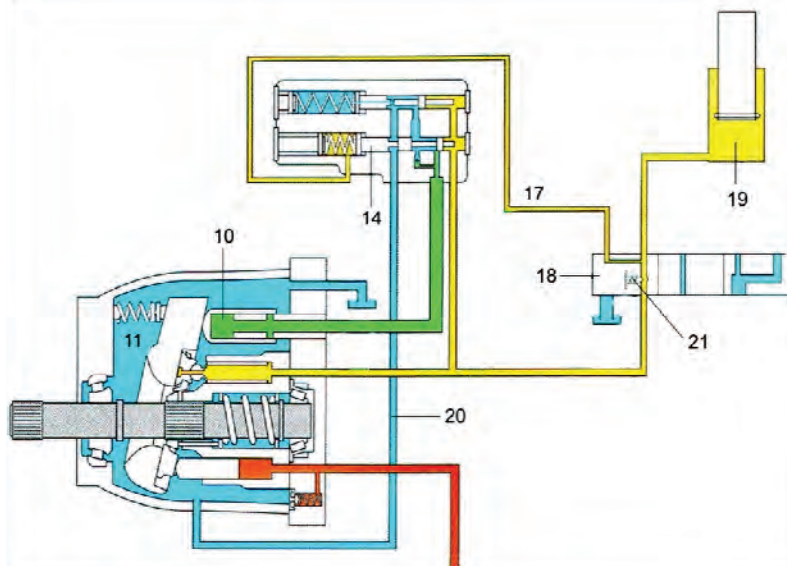


Слика 7.37. Затворени хидраулички систем са променљивим протоком и притиском и с осетљивошћу на оптерећења када мотор трактора не ради: 1. кућиште пумпе; 2. погонско вратило; 3. закретна плоча; 4. клипови; 5. ротирајуће тело; 6. довод протока до пумпе за претпуњење; 7. вентил за натпуњење; 8. опруга за приљубљивање клизне папуче; 9. отвори кроз клип за подмазивање и растерећење клизне папуче; 10. хидраулични цилиндар са клипом за подешавање положаја закретне плоче; 11. опруга за преднапрезање закретне плоче; 12. повратни вод ка резервоару уља; 13. вод за уље под притиском; 14. вентил осетљивости на оптерећење „лоуд сенсинг“; 15. вентил за одређивање максималног радног притиска (функција одсецања притиска); 16. неповратни вентил; 17. сигнални вод оптерећења у систему; 18. разводни вентил; 19. радни цилиндар; 20. вод преливног уља; 21. подесива бленда разводног вентила, Anonim Profi (2001)

Када се прикључи потрошач, на пример цилиндар једноструког дејства, разводни вентил (18) помера се удесно, слика 7.38. Сигнални вод оптерећења у систему повезује се на вод којим се напаја цилиндар, односно сада у њему, на почетку, влада „стенд бај“ притисак. Овај притисак преноси се до коморе с опругом вентила за осетљивост на оптерећење (14), те се клип који је у њему помера удесно. Тиме је омогућено да уље из хидрауличног цилиндра (10) тече водом за прелив уља (20). Тако се растерећује опруга (11) која закретну плочу помера удесно, те се повећава проток уља.

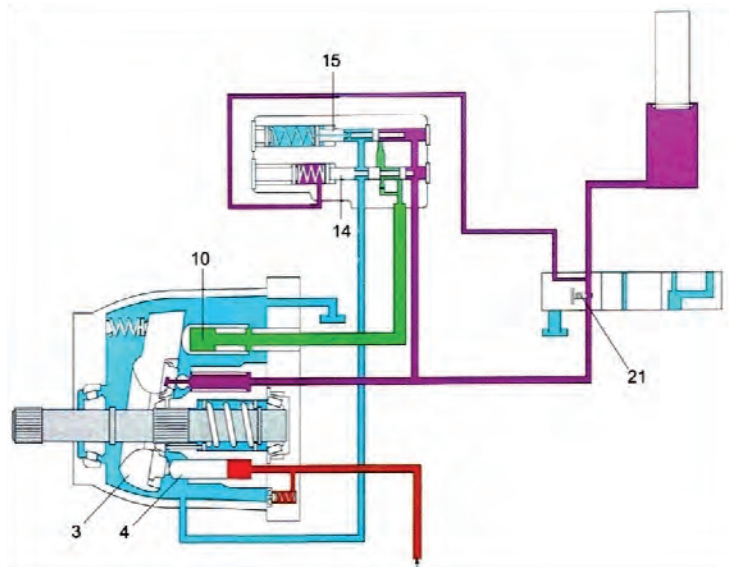
Проток уља подешава се блендом (21) (на њу делује својом командом руковаца), те се мења притисак који делује на опругу вентила за осетљивост на оптерећење (14).

При томе је притисак са којим се делује на цилиндар (19), односно притисак у сигналном воду (17), нижи за око 20 бара од оног који генерише пумпа. Овако висока разлика притисака на потрошачу и пумпи примењује се код савремених система да би се добила побољшана резолуција при регулисању протока који се усмерава ка потрошачу, односно квалитетнија регулација брзине потрошача. Брзина кретања цилиндра је, дакле, дефинисана подешавањем бленде (21).



Слика 7.38. Затворени хидраулички систем са променљивим протоком и притиском и с осетљивошћу на оптерећења, при напајању хидрауличног цилиндра једноструког дејства, Anonim Profi (2001)

Када клип хидроцилиндра (19) дође у крајњи положај притисак уља нагло расте, а прекида се дотицање уља, слика 7.39. Стога више нема разлике притисака на подесивој бленди (21). На обе стране клипа вентила осетљивости на оптерећење (14) влада исти притисак, те опруга покреће клип удесно. Пошто уље нема где да отиче, притисак расте и савладава се сила опруге на вентилу за регулацију притисака (15). Ово проузрокује да се прекине одвод уља од цилиндра за подешавање положаја закретне плоче (10) ка резервоару, односно доводи притисак до клипа. Клип савладава опругу и закреће плочу (3) улево. Ход клипова пумпе (4) своди се на нулу, те проток уља престаје. Овде описани поступак одвија се врло брзо, тако да при достизању крајњег положаја цилиндра не долази до преливања уља у резервоар преко сигурносног вентила. Докле год је регулациони вентил у радном положају пумпа ради са максималним притиском, али нема протока, тј. припремљена је за покретање других потрошача.



Слика 7.39. Затворени хидраулички систем са променљивим протоком и притиском и осетљивошћу на оптерећења при максималном притиску, Anonim Profi (2001)

7.2.3.1. Хидраулички систем на тракторима цон дир

Хидраулички систем трактора JD серије 8000 је са компензацијом притиска и протока, осетљив на оптерећење, *PFC* и *Load Sensing*, и може да послужи као пример за представљање хидрауличког система на савременим тракторима.

У неутралном положају у систему нема протока и влада низак притисак, 20 бара. У раду притисак и проток варирају у зависности од оптерећења, што се контролише повратном спрегом између клипно-аксијалне пумпе и одређеног хидрауличног система (цилиндри, управљач, итд.)

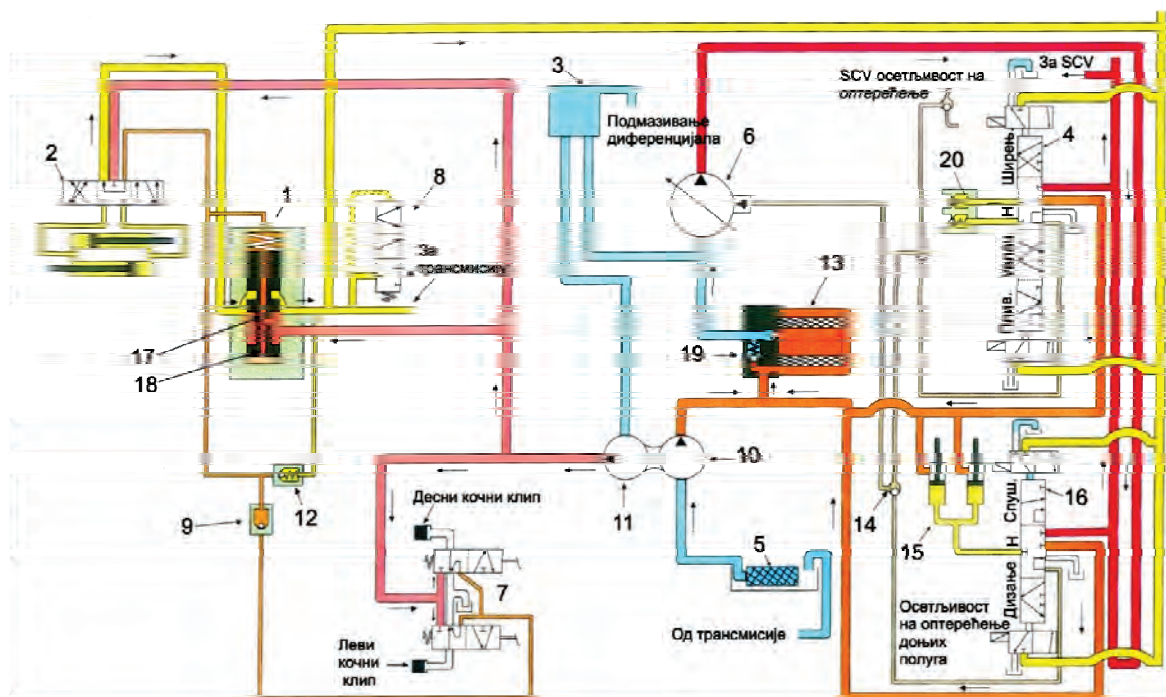
Са леве стране трактора налази се тандем пумпа, односно напојна пумпа (10) и примарна пумпа (11), слика 7.40. Обе пумпе су зупчасте. Са десне стране трактора налази се секундарна клипно-аксијална пумпа (6).

Зупчаста напојна пумпа (10) усисава уље кроз груби мрежаста пречистач (5) са леве стране трактора из кућишта диференцијала и потискује кроз склоп пречистача (13) где се спаја са повратним уљем од вентила спољњих извода хидрауличких доњих полууга, а затим оно одлази у резервоар чистог уља (3). Притисак створен у излазној страни пумпе помаже подизним цилиндрима да се увуку клипови када нема оптерећења. Уљни филтер се налази поред секундарне пумпе. Пречистач (13) има један уложак. Поред резервоара чистог уља, уље из пречистача може да иде и до секундарне пумпе (6). Уколико дође до зачепљења елемената пречистача, хладно уље ће отворити унутрашњи сигурносни вентил (19). Ово ће се десити када је разлика притиска на улазу и излазу достигла 5 бара. Пречистач поседује још и вентил контроле цурења, који ће спречити цурење уља из излазног вода преко кућишта филтера када је скинут уложак.

Примарна зупчаста пумпа (11) усисава уље из резервоара чистог уља (3) и шаље до вентила приоритета (1), који се налази на орбитролу (2). Одатле се уље прво директно шаље на кочнице и систем за управљање, а остатак уља иде за командовање мењача, MFWD, PTO, блокада диференцијала и служи као пилот притисак за рад са спољним изводима и подизним полуугама. Део уља из мењача шаље се на предњи део трактора у хладњак за уље на хлађење.

Главни делови хидрауличног система за доње полуге и спољне изводе: клипно-аксијална пумпа променљиве запремине - секундарна пумпа (6), пречистач (13), цилиндри (15), полуге, цевоводи, команде у кабини трактора, разводни вентили доњих полуга (16) и спољни изводи хидраулика (4).

Секундарна пумпа (6) прима уље од напојне пумпе преко склопа пречистача (13) и шаље га ка вентилима (4) и (16). *Stand by* притисак износи 25-30 бара кад је проток смањен на минимум. Хидраулички систем на тракторима „дон дир“, серије 8000 опремљен је "шатл" системом осетљивости на оптерећење. "Шатл" систем тако је пројектован да прати оптерећење у хидрауличком систему и преноси највиши притисак ка секундарној пумпи. Уколико се, на пример, у блоку спољњих извода хидраулика (14) појави притисак од 50 бара, тај притисак ће блокирати друге блокове спољних извода и спустиће се доле до контролног вентила осетљивости на оптерећење (14). Међутим, ако се у блоку разводног вентила доњих полуга (16) појави притисак од 100 бара, овај притисак ће да гурне куглицу контролног вентила (14) нагоре и да се пренесе и дејствује на дискосну плочу клипно-аксијалне пумпе. Идеја "шатл" система је да се на клипно-аксијалну пумпу пренесе највиши притисак у систему, односно највеће оптерећење.



Слика 7.40. Шема рада хидрауличног система код трактора „дон дир“, серије 8000, 8010 и 8020: 1. вентил приоритета; 2. вентил за управљање предњим точковима; 3. резервоар чистог уља; 4. разводни вентил спољњих извода хидраулика; 5. пречистач у кућишту диференцијала; 6. Клинпно- аксијална пумпа; 7. кочни вентил; 8. вентил за регулацију притиска у трансмисији; 9. контролни вентил оптерећења у кочницама; 10. напојна пумпа; 11. примарна пумпа; 12. вентил ограничења притиска система за управљање предњим точковима; 13. пречистач; 14. "шатл" контролни вентил осетљивости на оптерећење у систему; 15. цилиндри подизних полуга; 16. разводни вентил доњих полуга; 17. отвор; 18. отвор за ублажавање удара; 19. сигурносни вентил; 20. спојнице спољњих извода хидраулика

7.2.4. Електронско управљање хидрауличким системима

Електронско, односно електрохидраулично управљање компонентама, системима и системима присутно је у већини савремених трактора и прикључних машина. Електрохидраулично управљање или електрохидрауличка регулација носи скраћеницу *EHR (Electronic Hydraulic Regulation)*.

Корекције при раду контроле вуче могу да буду електронски контролисане. У местима ослоних веза између доњих полуга трактора и задњег моста, постављају се специјалне осетљиве осовинице на вучна оптерећења (сензори силе) слика 7.39, док се код вратила хидраулика постављају осовинице које одређују положај вратила (сензори положаја), слика 7.41. Осетљиве осовинице шаљу информације на управљачки систем који аутоматски подешава дубину рада, односно одржава исти вучни отпор прикључне машине.

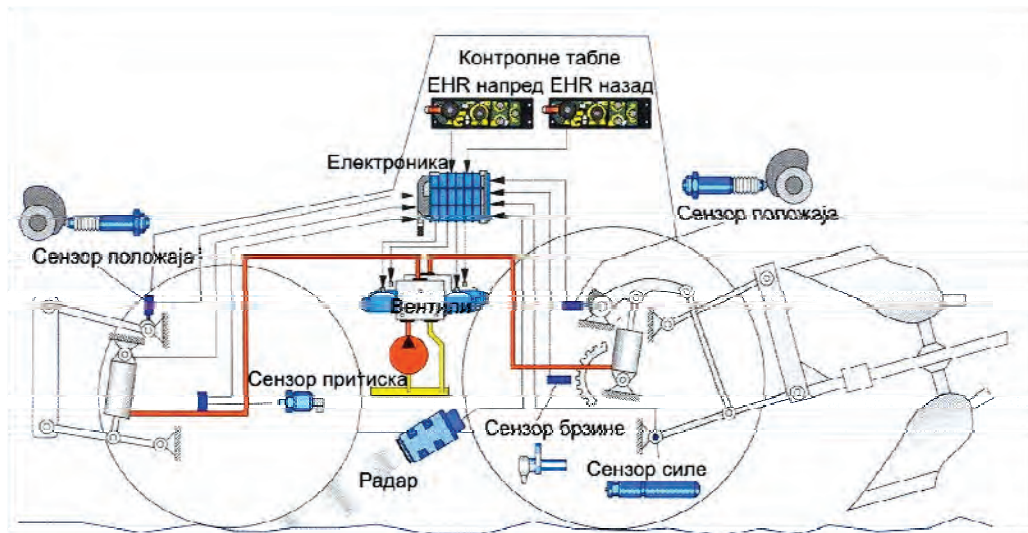
Неки електронски системи омогућују руковалацу да контролише брзину спуштања и максималну висину дизања доњих полуга. Ови системи могу и да закључају хидраулички систем ради безбедности, када је мотор трактора заустављен или када је трактор у транспорту.

Код најсавременијих трактора постоји могућност задавања процента клизања погонских точкова уградњом сензора брзине у трансмисији и радара. Сензор брзине даје податак о теоријској брзини, док радар даје податак о стварној брзини кретања. Разлика између ове две брзине представља клизање точкова. Уобичајени прихватљиви ниво клизања износи 15%. Током рада, када клизање буде веће од задате вредности, прикључна машина подиже се аутоматски. Пошто се машина подиже, смањује се проклизавање точкова због пада отпора прикључне машине, али и због преношења тежине машине и земљишта на задње погонске точкове трактора, што повећава силу приањања, односно адхезију. Чим ниво клизања опадне, машина се враћа на претходно задату дубину.

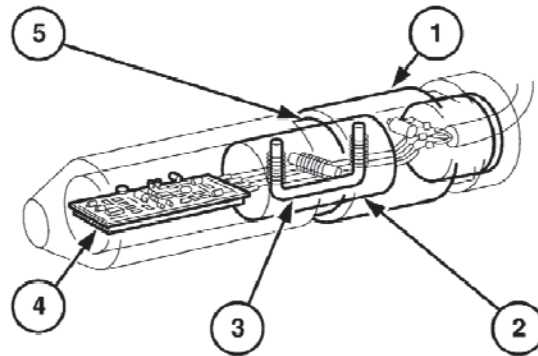
Аутоматизацији радних процеса хидрауличких система значајно је допринео развој мехатронике. Под мехатроником се подразумева ново интердисциплинарно подручје, које се заснива на класичном машинству и електротехници, као и аутоматизацији и информатици. Настало је као резултат напретка технике у којој нема више оштрих граница појединих стручних подручја.

Савремени концепт хидрауличног система подразумева интеграцију електронике у саме компоненте (вентиле, пумпе и цилиндри), чиме се знатно побољшавају њихове перформансе. Тако, компоненте хидрауличног система постају и специјално развијени сензори, интерфејси (џојстик и монитор), контролери (електронске управљачке јединице – компјутери), као и одговарајући софтвер.

Интеграција функција даје „интелигенцију“ систему, што обезбеђује да се комплексна процедура обавља аутоматски и контролисано од самог система. У том случају корисник само поставља једноставне команде помоћу интерфејса. Интегрисана компонента укључује све неопходне елементе као што су сензори, извршни органи (актуатори) и електроника за аутоматско извршавање сложених функција.



Слика 7.41. Електрохидраулички систем управљања хидрауличким системем трактора „бош рексрот“ (Bosch-Rexroth)



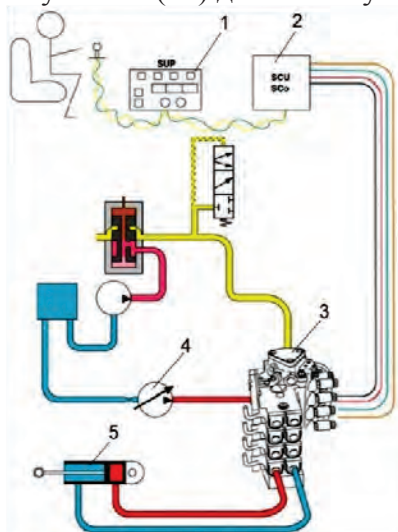
TAG35303

Слика 7.42. Сензор контроле вуче на тракторима „кејс“, серије „магнум“

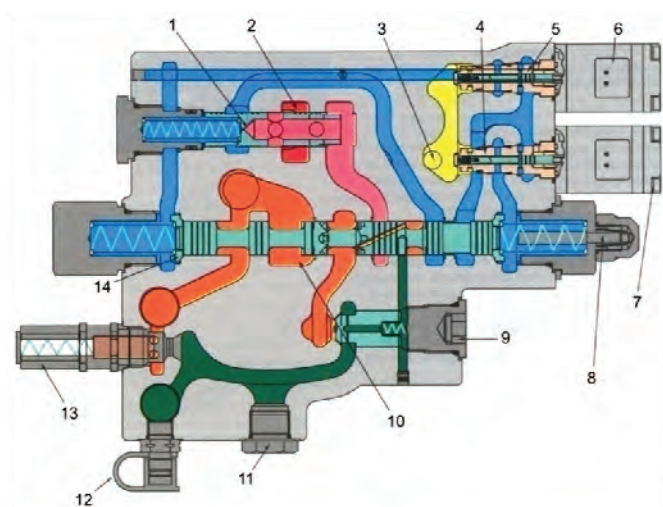
Електрохидраулично управљање хидрауличким системем, односно разводним вентилом код трактора „дон дир“, серије 8020 приказано је на слици 7.43. Притиском на прекидаче командне конзоле на наслону десне руке седишта (ACU) или на контролној табли (SUP) (1) формирају се улазни сигнали, који се шаљу до централне управљачке јединице (CCU), јединице за контролу подизних полуга (HCU) и спољних извода (SCU) (2). Ове електронске управљачке јединице даље шаљу дигитализоване излазне импулсне сигнале за управљање електромагнетним вентилима (3), при чему се истовремено обавља и модулација ширине пулса. Померањем разводног вентила уље се од клипно-аксијлане пумпе (4) шаље или за дизање или за спуштање, односно, или за извлачење или увлачење клипова спољашњих цилиндара (5).

За разлику од трактора ИМТ 539, где се разводни вентил помера преко система полуга, код трактора „дон дир“, серије 8020 нема директног контакта између руковалаца и разводног вентила. На слици 7.44 приказан је блок разводних вентила за доње полуге трактора у неутралном положају. Померање разводног вентила (14) обавља пилот уље, које се узима од примарног тока уља (3) у хидрауличком систему, слика 7.45 и 7.46. Пилот уље пропуштају пилот вентили (4) и (5), који су повезани са соленоидним вентилима (6) и (7). На соленоидне вентиле долази струја у облику дигитализованих модулисаних сигнала „укључен“ („ON“) и „искључен“

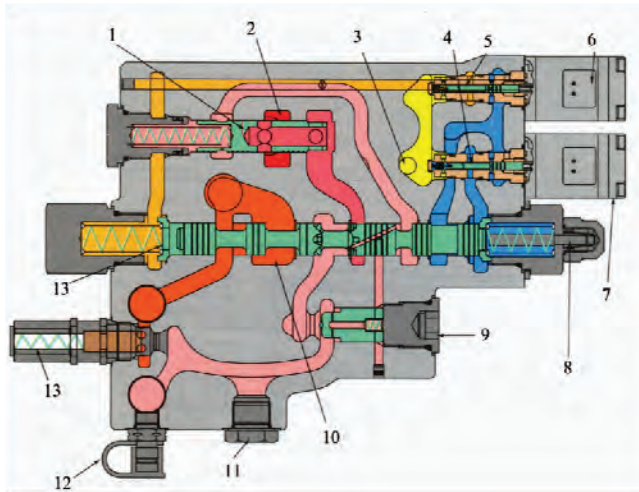
(„OFF“). Соленоидни вентили померају пилот вентиле и отварају пролаз уљу под пилот притиском, које долази са једне или друге стране клипног разводног вентила (14). Када се клипни разводни вентил помери, он пропусти уље у хидрауличке цилиндрице за дизање (2) или спуштање (10) доњих полуга.



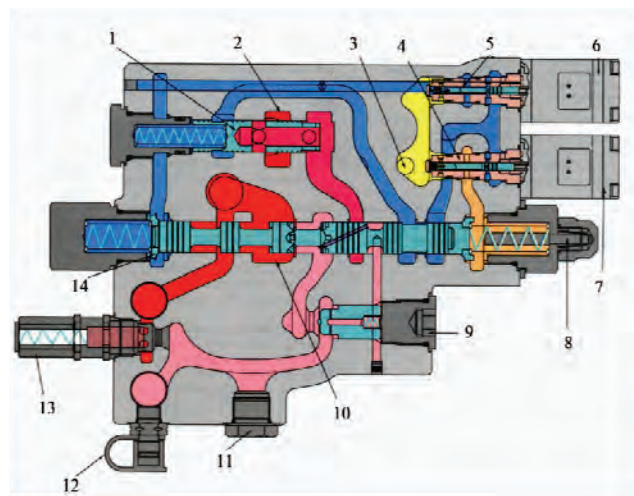
Слика 7.43. Систем за електрохидраулично управљање хидрауличним полугама и спољним изводима: 1. контролна табла (SUP); 2. јединица за контролу подизних полуга (HCU) и спољних извода (SCU); 3. електромагнетни вентили; 4. Клипно-аксијална пумпа; 5. хидроцилиндар



Слика 7.44. Разводни вентил доњих полуга у неутралном положају: 1. компезаторски вентил притиска; 2. отвор за довод уља за дизање; 3. отвор за довод пилот уља; 4. пилот вентил за спуштање полуга; 5. пилот вентил за дизање полуга; 6. соленоидни вентил за дизање; 7. соленоидни вентил за спуштање; 8. осовиница за мануелно спуштање; 9. контролни вентил оптерећења; 10. канал повратног уља; 11. помоћни радни порт; 12. спојница за калибрацију; 13. сигурносни вентил; 14. клипни разводни вентил

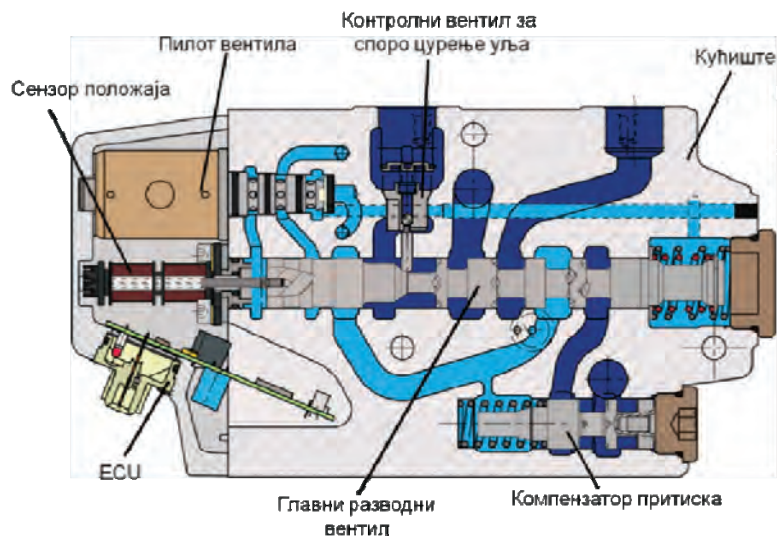


Слика 7.45. Разводни вентил доњих полу̀га у поло̀жају подизање доњих полу̀га

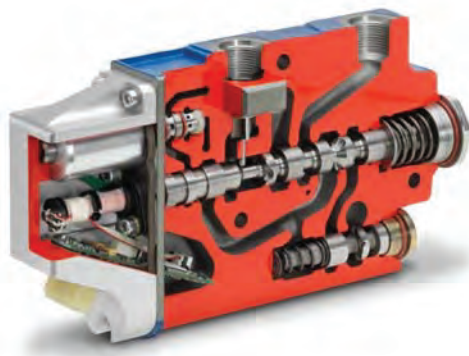


Слика 7.46. Разводни вентил доњих полу̀га у поло̀жају спуштање доњих полу̀га

На најновијој серији трактора „кејс магнум“ на сваком блоку разводног вентила налази се електронска управљачка јединица која управља радом разводног вентила, слика 7.47 и 7.48.



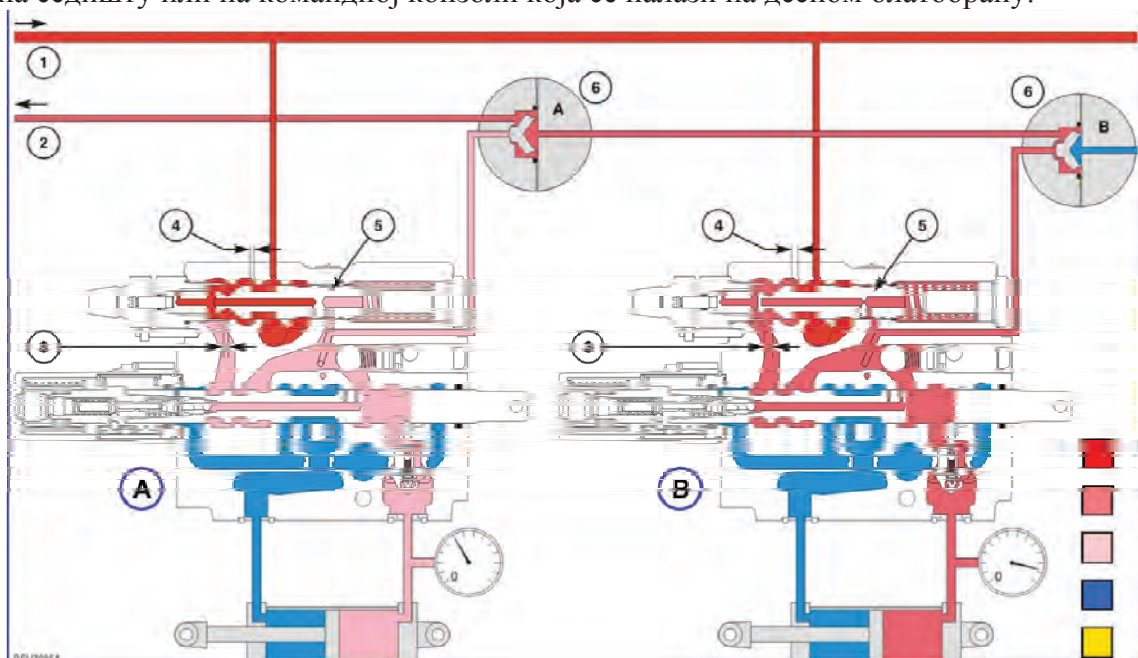
Слика 7.47. Блок разводног вентила код трактора „кејс магнум“



Слика 7.48. Блок разводног вентила код трактора „кејс магнум“

Код појединих трактора као што је „кејс“, серије „максум“ хидраулички разводни вентили се померају мануелно посредством механизма полуга, слика 7.49. Када се истовремено управља са два разводна вентила, разводни вентил (В) ради са вишим притиском од разводног вентила (А). Контролни вентили вода осетљивости на оптерећење (6А и 6В) дају приоритет воду са вишим притиском, који се шаље на клипно-аксијалну пумпу да мења проток и притисак.

Дигитализација сигнала којим се управља подизним механизмом омогућила је примену компјутерских програма, а самим тим и допунске функције управљања хидрауличким системем. Овим допунским функцијама управља се посредством команди и контрола које су постављене на командној конзоли наслона десне руке на седишту или на командној конзоли која се налази на десном блатобрану.



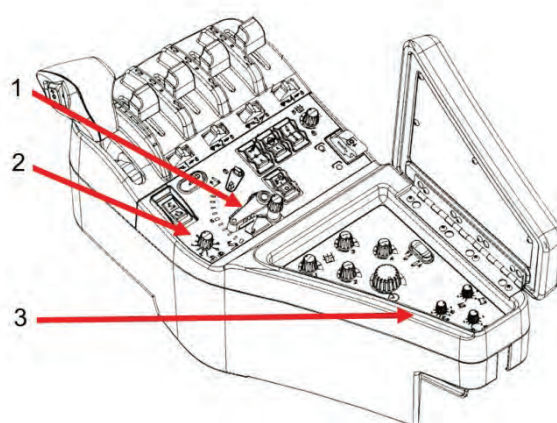
Слика 7.49. Блокови разводних вентил а код трактора „кејс магнум“: 1. паралелни напојни вод; 2. вод осетљивости на оптерећења; 3. мануелно подешавање пригушнице; 4. пригушење контроле протока на разводном вентилу; 5. вентил за контролу протока; 6. контролни вентили вода осетљивости на оптерећење

Командно-управљачки систем подизних полуга „бош ехр“ (BOSCH EHR) који се уграђује у тракторе „зеторе проксима“ „паур“, „фортера“ и „кристал“, а поред „зетора“ уграђује се код многих водећих брендова трактора, слика 7.50.

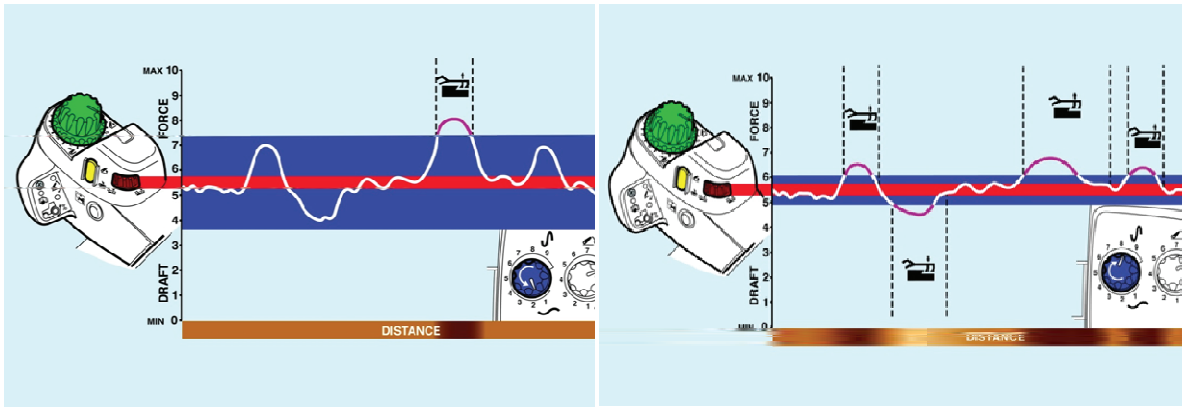


Слика 7.50. Командно-управљачки систем на тракторима „зетор“: 1. командна ручица за подизање; а) репер подизања полуга; б) репер - полуге мирују; с) репер спуштања полуга; д) принудно задржавање радне дубине; 2. блокада командне ручице; 3. командна ручица за брзину реаговања; 4. подешавање дубине; 5. подешавање висине; 6. регулација контроле вуче и положаја; 7. индикатор дијагностике; 8. индикатор померања подизних полуга; 9. индикатор контроле вуче; 10. команда осциловања рада; 11. индикатор осциловања рада

Командна конзола на наслону десне руке код трактора „кејс магнум“ (CASE Magnum) приказана је на сликама 7.51 и 7.52. Осим стандардних аутоматских функција као што су контрола вуче (2) и положаја (1), на располагању је и подешавање висине дизања, брзине спуштања (реаговања) и осетљивост рада хидрауличног система (3). Такође, полуге могу и да се забраве када се трактор налази у транспорту.

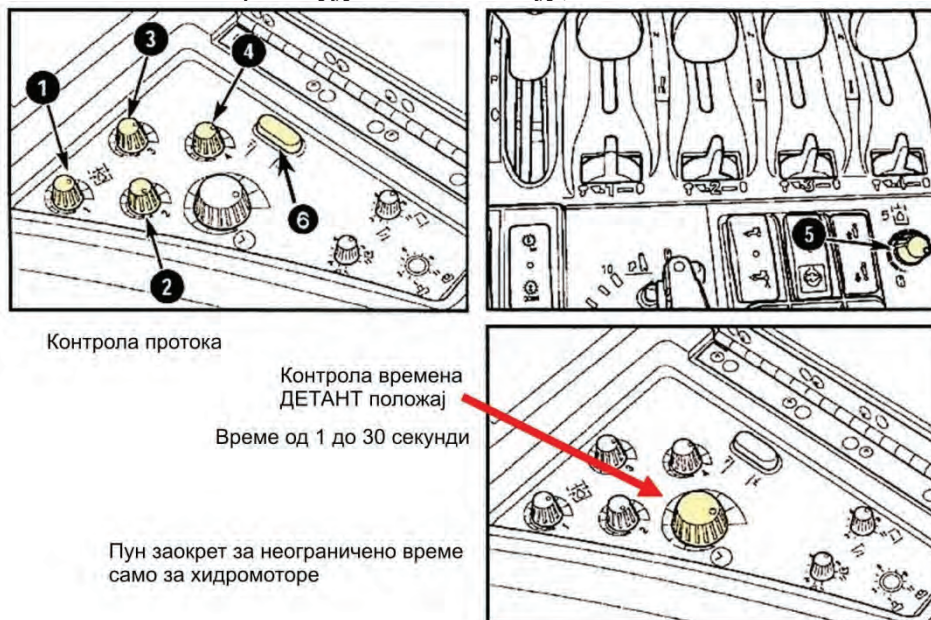


Слика 7.51. Командна конзола са командама и контролама за управљање хидрауличким системем на тракторима „кејс магнум“: 1. ручица за подизање и спуштање и контролу положаја; 2. ротирајуће дугме за контролу вуче; 3. ротирајућа дугмад за подешавање висине подизања, брзине спуштања и осциловање рада хидрауличног система



Слика 7.52. Џојстик са командама и контролама за управљање хидрауличким системем на тракторима „кејс магнум“ и ротирајуће дугме за контролу вуче

За управљање спољашњим хидрауличким цилиндрама и хидромоторима постоје ручице које имају 6 положаја, слике 7.53 и 7.54. Први положај је неутрални, други је ширење цилиндра, трећи је увлачење цилиндра, четврти „ДЕТАНТ“ ширење, пети „ДЕТАНТ“ увлачење и шести је пливајући положај. Пливајући положај се користи када је за трактор прикључена вишеделна машина (машина са више крила) или код маркера сејалица. Положаји „ДЕТАНТ“ ширење и увлачење омогућују програмирање количине уља која треба да се пошаље у спољашњи цилиндар и време за које треба да протекне дефинисана количина уља, слике 7.53 и 7.55. Време може да се подешава у дијапазону од 1 до 60 секунди, при чему крајњи положај ротирајућег дугмета пружа континуалан проток за рад са хидромоторима. Ротирајућа дугмад су потенциометри, код којих континуално може да се подешава отпор. Сва подешавања приказују се на дисплеју, слика 7.56.



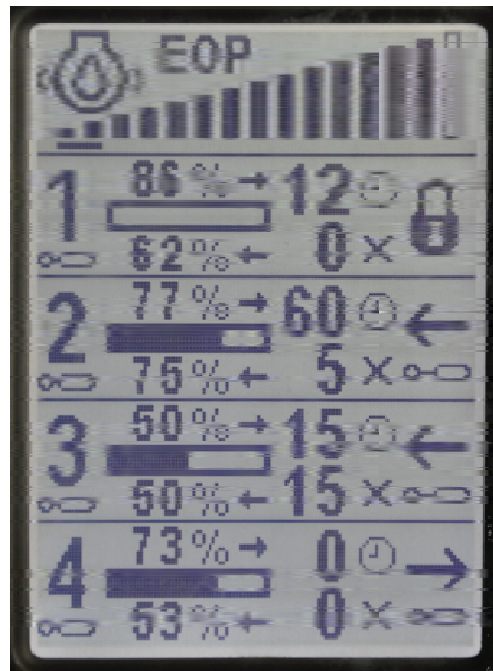
Слика 7.53. Ротирајућа дугмад за подешавање количине уља и времена



Слика 7.54. Ручице за управљање спољашњим хидрауличким цилиндрима



Слика 7.55. Ротирајуће дугме за подешавање времена



Слика 7.56. Дисплеј за приказ количине уља и времена на спољашњим хидрауличким цилиндрима

7.3. ХИДРАУЛИЧКЕ БРЗОРАСТАВЉИВЕ СПОЈНИЦЕ ОПШТЕ НАМЕНЕ

Карактеристике брзорастављујућих спојница дефинисане су међународним стандардом ISO 7241-1. Овим међународним стандардом специфицирају се главне мере за међусобно спајање, као што је дефинисано у ISO 7241-1, и функционални захтеви за хидрауличке спојнице које преносе хидрауличку енергију од пољопривредних трактора на пољопривредне машине. Он се примењује на спојнице на хидрауличким водовима, изузев кочних водова, (видети ISO 5676).

НАПОМЕНА: У даљем тексту дати су делови оригиналног текста стандарда.

3 Термини и дефиниције

За потребе овог стандарда примењују се следећи термини и дефиниције.

3.1

женски део спојнице (coupler female part)

утичница (female part)

део спојнице који има удубљење за прихватање мушког дела

3.2

мушки део спојнице (coupler male part)

утикач (male part)

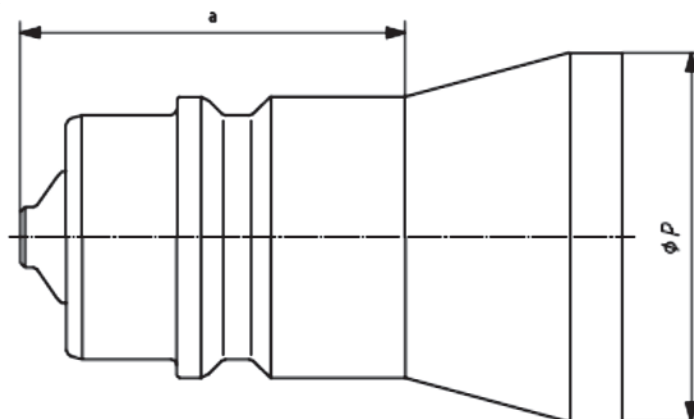
део спојнице који се умеће и забрављује у женски део

4 Захтеви

4.1 Захтеви за мере

Мере мушког дела спојнице морају бити у складу са ISO 7241-1:1987, табела 1 и слика 1, серија "А", за величине 12,5 и 20. Додатно, мере мушког дела спојнице морају бити у складу са сликом 1 и табелом 1 овог међународног стандарда, ради компатибилности с елементима за заштиту од прљавштине.

Било који женски део спојнице мора да се спаја са било којим мушким делом спојнице када обоје одговарају овом међународном стандарду.



За меру P видети табелу 1.

^a Мера је у складу са ISO 7241-1, серија "А".

Слика 1 – Мере мушког дела спојнице

Табела 1 – Мера *P*

Мере у милиметрима

Називна величина (у складу са ISO 7241-1)	Мера <i>P</i>
12,5	≤ 31
20	≤ 38
<p>НАПОМЕНА 1 Ознака називне величине спојнице одговара називном унутрашњем пречнику црева препорученог за коришћење са спојницом, као што је специфицирано у ISO 4397.</p> <p>НАПОМЕНА 2 Сличне спојнице су описане у стандарду ISO 7241-1; међутим, спојнице које одговарају ISO 7241-1 не морају да одговарају овом међународном стандарду.</p>	

4.2 Функционални захтеви

4.2.1 Спојница мора бити у складу са функционалним захтевима стандарда ISO 7241-1, за серију “А”.

4.2.2 Пад притиска у спојници не сме бити већи од 0,35 МПа (3,5 бара) при потоку од 45 l/min за називну величину 12,5 и од 70 l/min за називну величину 20. Пад притиска се мери у складу са ISO 7241-2.

Захтеви овог међународног стандарда подразумевају да се два дела спојнице, један са коничним, а други са кугличним (лоптастим) вентилом, могу да споје заједно. У том случају треба обратити пажњу да се обезбеди задовољење тих захтева.

4.2.3 Спајање спојнице мора бити изводљиво ручно, при притиску од 16 МПа (160 бара) у мушком делу спојнице. Сила спајања не сме прећи 200 N, при притиску у женском делу спојнице од 0,25 МПа (2,5 бара) за називну величину 12,5 и 0,100 МПа (1 бар) за називну величину 20.

4.2.4 Сила раздвајања спојнице не сме прећи 1,7 kN за називну величину 12,5 и 2,5 kN за називну величину 20, при унутрашњем притиску од 17,5 МПа (175 бара) у мушком делу спојнице. Сила раздвајања се мери у складу са ISO 7241-2.

4.2.5 Просипања флуида при унутрашњем притиску од 0,1 МПа (1 бар) мора бити у складу са табелом 2. Испитивање просипања флуида мора бити у складу са ISO 7241-2.

4.2.6 Просипања флуида при раздвајању на унутрашњем притиску од 17,5 МПа (175 бара) мора бити у складу са табелом 2.

Табела 1 – Просипања флуида при раздвајању на притиску

Називна величина (у складу са ISO 7241-1)	Просипања при раздвајању на	
	0,1 МПа	17,5 МПа
12,5	2,5 ml	4,0 ml
20	9,0 ml	12,5 ml

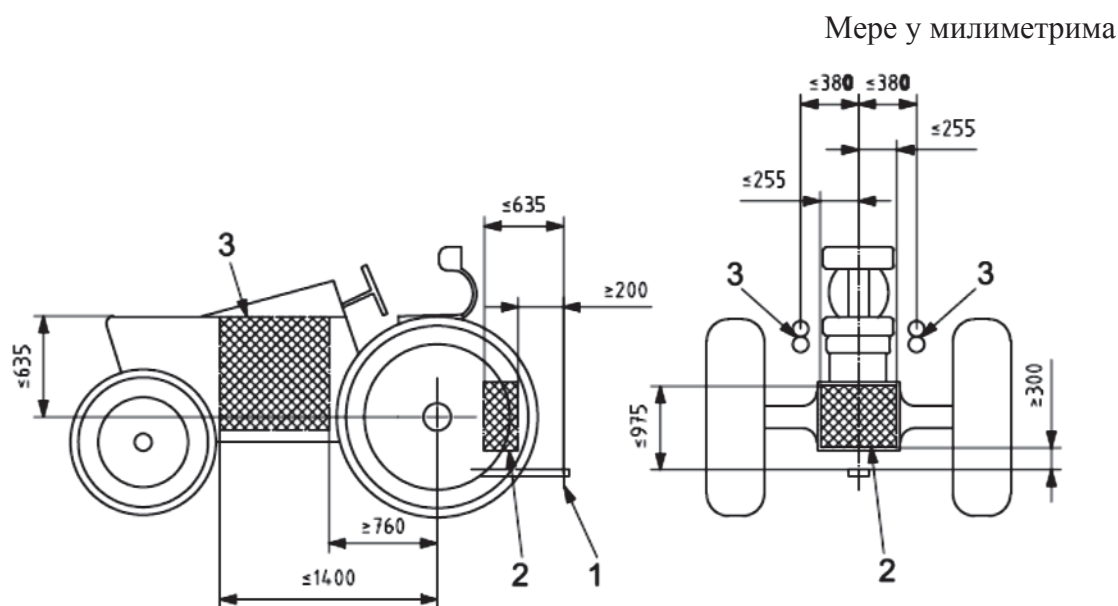
4.2.7 Сила потпуног отварања вентила у мушком делу спојнице, кад спојница није под унутрашњим притиском, не сме прећи 45 N за називну величину 12,5 и 70 N за називну величину 20.

4.2.8 Спојница не сме да откаже (затвори вентил) када је проток уља у смеру од мушког дела спојнице према женском делу, при протоку мањем од 190 l/min за величину 12,5 и мањем од 250 l/min за величину 20. Вискозност флуида за овај захтев мора бити у складу са ISO 7241-2:2000, т. 5.2.

5 Положај на трактору

5.1 Спојница постављена назад и на страну

Женски део спојнице мора да се постави унутар простора приказаног на слици 2.



На слици је:

1. потезница трактора, постављена према називним мерама датим у ISO 6489-3
2. простор лоцирања назад постављене спојнице
3. простор лоцирања спојнице постављене на страну

Слика 2 – Положај спојнице постављене назад и са стране

5.2 Спојница постављена напред

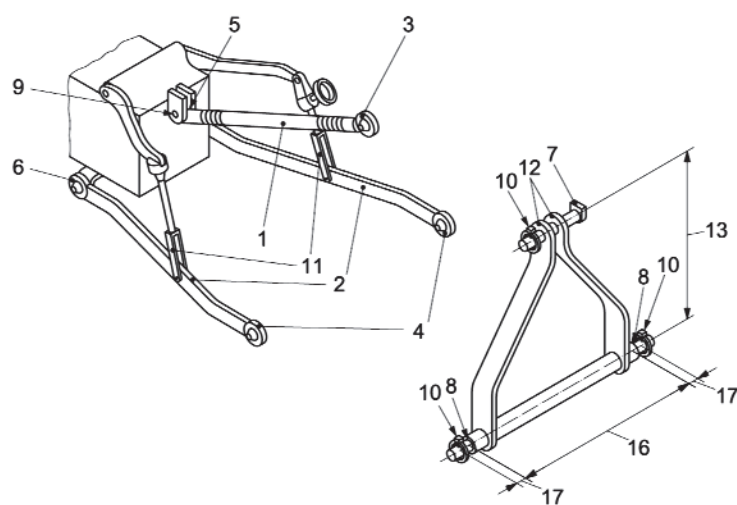
Женски део спојнице мора бити постављен што је ближе изводљиво подужној оси трактора и горњим прикључним тачкама полужја. Ако није постављена у подужној оси, треба да буде постављена на десној страни, гледано из положаја возача. Ако је постављена на десној страни, то не сме бити више од 1.200 mm иза доњих прикључних тачака, када су доње полуге у хоризонталном положају.

7.4. УРЕЂАЈ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ У ТРИ ТАЧКЕ

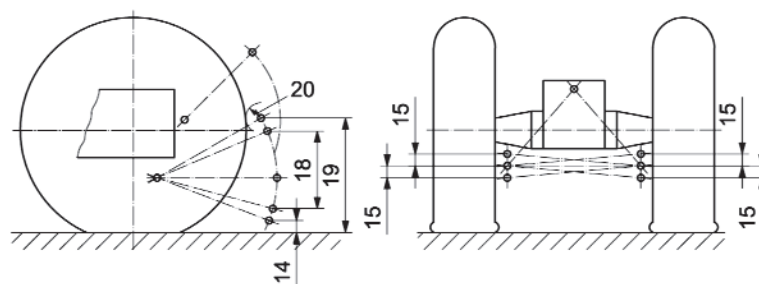
Уређај за прикључење директно је повезан са хидрауличким уређајем трактора. Уређај служи за прикључивање ношених и полуношених оруђа и машина. Да би за трактор могли да се прикључе машине различитих произвођача облик и одређене димензије уређаја стандардизоване су међународним стандардима, од којих је

највише у примени ISO 730-1. Уређај за прикључивање у три тачке према стандарду састоји се од: горње полуге (1), две доње полуге (2), горње прикључне тачке (3), доњих прикључних тачака (4), подизних шипки (5) и подизних рамена (6), слика 1. Доње полуге (2) повезане су са задњим мостом и подизним шипкама (5). Десна подизна шипка мора да има могућност подешавања њене дужине због попречног изравнавања машине. Горња полука такође има могућност подешавања дужине, како би се обавило уздужно изравнавање прикључне машине и оруђа. Доње прикључне тачке (4) се праве у три величине код стандардних трактора, при чему постоје варијације у дужини и пречнику. Растојање између горње (3) и доњих тачака (4) такође је различито.

НАПОМЕНА: У даљем тексту дати су делови оригиналног текста стандарда.



а) Компоненте



б) Мере

На слици је

1 горња полука	8 доњи прикључак	15 попречно подешавање
2 доња полука	9 горњи ослони прикључак	16 распон доњих прикључних тачака
3 горња прикључна тачка	10 чивија	17 растојање отвора чивије
4 доња прикључна тачка	11 подизне полуге	18 висина дизања
5 горња ослона тачка	12 прикључни рам	19 транспортна висина
6 доња ослона тачка	13 висина прикључног рама	20 слободан простор доње прикључне тачке
7 горњи прикључак	14 висина доње прикључне тачке	

НАПОМЕНА Свака тачка у горе наведеној легенди је нумерисана тако да одговара последњим цифрама у броју термина као што је дефинисано у 3.2. На пример, тачка 1, „горња полуга“, је дефинисана у 3.2.1, док је тачка 20, „слободан простор доње прикључне тачке“ дефинисана у 3.2.20.

Слика 1 - Компоненте и мере полужја за прикључивање

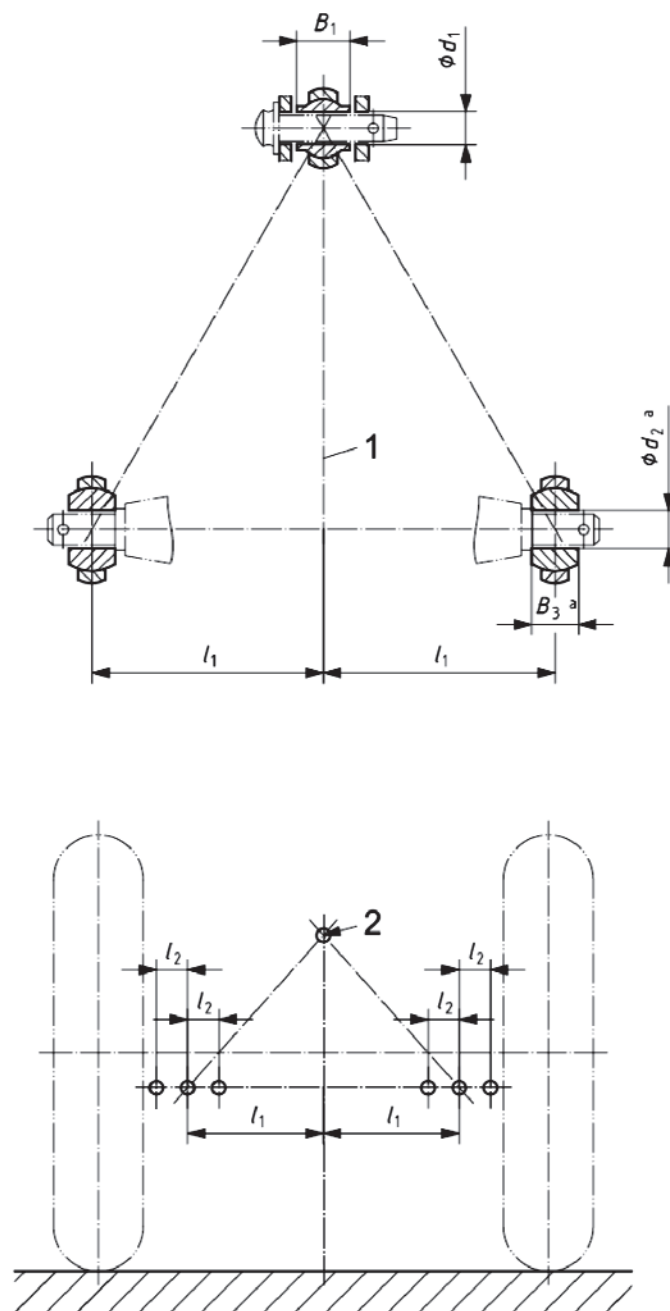
Категорије полужја које се примењује за прикључивање са задње стране на различитим категоријама пољопривредних трактора дате су табели 1.

Табела 1 — Категорије задњег полужја у три тачке

Категорије	Снага на РТО на називној фреквенцији ротације мотора ^а kW
1N	испод 35
1	испод 48
2N/2	30 до 92
3N/3	60 до 185
4N/4	110 до 350

^а Одређене у складу са ISO 789-1

Категорије 1N и 2N се примењују на пољопривредне тракторе тачкаше уског трага. Нека специјализована оруђа, за операције на газдинствима које захтевају уски смештај, захтевају и посебна разматрања за полужје за прикључивање у три тачке. Категорије 3N и 4N су предвиђене да одговарају тим захтевима.



На слици је

1 оса трактора

2 троугао прикључних тачака

^a Обе стране

НАПОМЕНА: мере су дате у табели 2.

Слика 3 – Мере које се односе на прикључне тачке на трактору

Мере тачака за прикључење, које су дефинисане у стандарду JUS ISO 730-1, дате су у табели 2, док је на слици 4. дат њихов шематски приказ.

Табела 2. Мере које се односе на прикључне тачке полужја на трактору
Мере у милиметрима

Мере	Опис	Види слику	Категорија							
			1N	1	2N	2	3N	3	4N	4
Горња прикључна тачка										
d ₁	Пречник отвора осовинице	3	19,3 ₀ ^{+0,2}	19,3 ₀ ^{+0,2}	25,7 ₀ ^{+0,2}	25,7 ₀ ^{+0,2}	32 ₀ ^{+0,25}	32 ₀ ^{+0,25}	45,2 ₀ ^{+0,3}	45,2 ₀ ^{+0,3}
B ₁	Ширина зглоба (кугле)	3	44 _{-0,5} ⁰	44 _{-0,5} ⁰	51 _{-0,5} ⁰	51 _{-0,5} ⁰	51 _{-0,5} ⁰	51 _{-0,5} ⁰	64 _{-0,5} ⁰	64 _{-0,5} ⁰
Доња прикључна тачка										
d ₂	Пречник отвора осовинице	3	22,4 ₀ ^{+0,25}	22,4 ₀ ^{+0,25}	28,7 ₀ ^{+0,3}	28,7 ₀ ^{+0,3}	37,4 ₀ ^{+0,35}	37,4 ₀ ^{+0,35}	51 ₀ ^{+0,5}	51 ₀ ^{+0,5}
B ₃	Ширина зглоба (кугле)	3	35 _{-0,5} ⁰	35 _{-0,5} ⁰	45 _{-0,5} ⁰	45 _{-0,5} ⁰	45 _{-0,5} ⁰	45 _{-0,5} ⁰	57,5 _{-0,5} ⁰	57,5 _{-0,5} ⁰
l ₁	Бочно растојање од доње прикључне тачке до осе трактора ^a	3	218	359	364	435	435	505	505 ^b	612
l ₂	Бочно померање доње прикључне тачке ^c	3	50 min.	100 min. d	100 min. d	125 min.	125 min.	125 min.	125 min.	125 min.
L	Растојање од краја прикључног вратила до осе доње прикључне тачке, са хоризонталном доњом полугом ^{e,f}	2	300 до 375	500 до 575	550 до 625	550 до 625	575 до 675	575 до 675	575 до 675	575 до 675

Мере тачака за прикључење, које су дефинисане у стандарду JUS ISO 730-1, дате су у табели 2, док је на слици 4. предочен њихов шематски приказ.

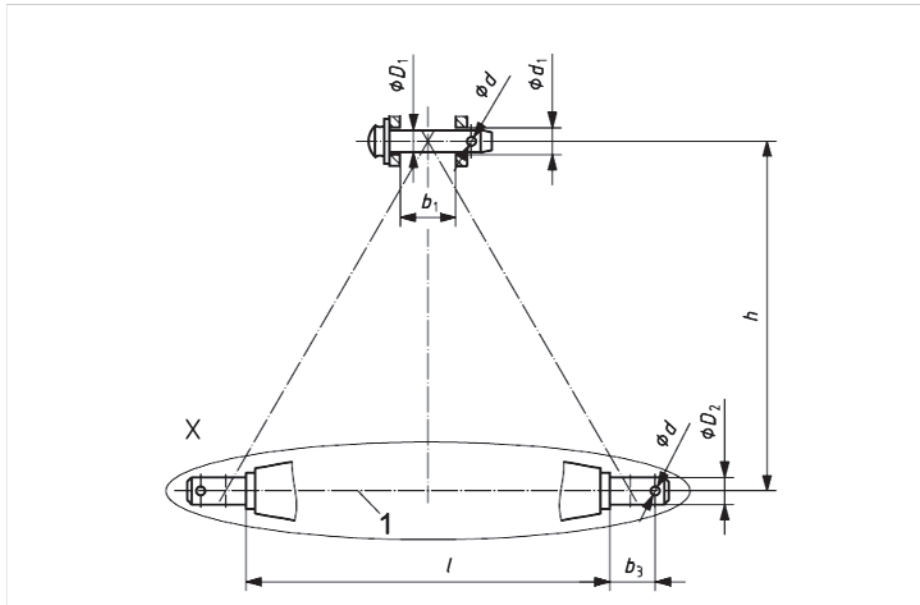
1 Захтеви за оруђе

1.1 Мере

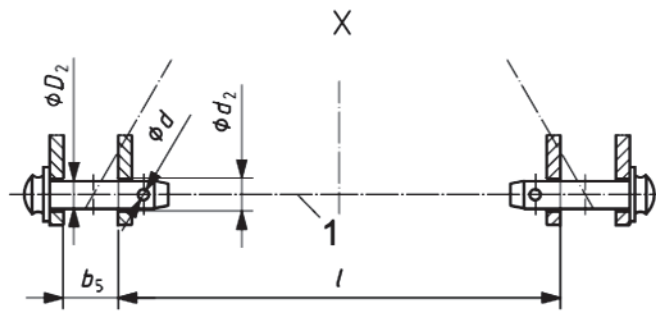
Мере прикључка морају бити као што је дато на слици 4 и у табели 4.

1.2 Слободни простор

Слободан простор на оруђу мора бити као што је дато у ISO 2332, где је такође специфициран потребан слободан простор око прикључних тачака.



а) Тип рукавац



б) Тип осовиница

На слици је
1 оса оруђа

НАПОМЕНА: мере су дате у табели 2 и табели 4.

Слика 4. Мере које се односе на прикључке за прихватање оруђа

Табела 4. Мере које важе за на прикључне тачке за прихватање оруђа

Мере у милиметрима

Мере Види слику 4	Опис	Категорија							
		1N	1	2N	2	3N	3	4N	4
Горњи прикључак оруђа									
D_1	Пречник осовинице за прихватање	$19_{-0,08}^0$	$19_{-0,08}^0$	$25,5_{-0,13}^0$	$25,5_{-0,13}^0$	$31,75_{-0,2}^0$	$31,75_{-0,2}^0$	$45_{-0,8}^0$	$45_{-0,8}^0$
b_1		52 min.	52 min	52 min	52 min	52 min	52 min	65min	65 min
Доњи прикључак оруђа									

D ₂	Пречник осовинице за прихватање	22 _{-0,2} ⁰	22 _{-0,2} ⁰	28 _{-0,2} ⁰	28 _{-0,2} ⁰	36 _{0,2} ^{6,0}	36 _{0,2} ^{6,0}	50,8 _{-1,1} ⁰	50,8 _{-1,1} ⁰
b ₃	Растојање отвора чивије	49 min.	49 min.	49 min.	49 min.	52 min.	52 min.	68 min.	68 min.
b ₅	Ширина за осовиницу а	65 ₀ ⁺²	65 ₀ ⁺²	65 ₀ ⁺²	65 ₀ ⁺²	72,5 ₀ ⁺²	72,5 ₀ ⁺²	96,5 ₀ ⁺²	96,5 ₀ ⁺²
l	Распон доњих прикључних тачака б	400±1, 5	683±1, 5	683±1, 5	825±1, 5	825±1, 5	965±1, 5	952 ^c ±1, 5	1166,5±1, 5
Друге мере									
d	Пречник отвора за чивију								
	За горњу осовиницу	12 min.	12 min.	12 min.	12 min.	12 min.	12 min.	17 min.	17 min.
	За доњу осовиницу	12 min.	12 min.	12 min.	12 min.	17 min.	17 min.	17 min.	17 min.
h	Висина прикључног рама д	360±1, 5	460±1, 5	610±1, 5	610±1, 5	685±1, 5	685±1, 5	685±1,5	1100±1,5

Растојања конвергенције

А.1 Опште

Овај прилог даје препоруке за избор вертикалног и хоризонталног растојања конвергенције за полужје за прикључивање оруђа у три тачке, за остваривање добрих радних услова за оруђа, посебно за обраду земљишта као што су плугови.

Циљ ових препорука јесте да се учини могућим остваривање ефикасног агрегатирања трактора оруђима у свим условима.

А.2 Растојање хоризонталне конвергенције

Растојање хоризонталне конвергенције (видети слику А.1) је од велике важности за хоризонталну стабилност оруђа.

Ако је растојање хоризонталне конвергенције превелико, бочна стабилност вођења правца оруђа опада. За плугове што подразумева неравну и кривудау прву бразду. Ако је растојање хоризонталне конвергенције премало, невођена оруђа, као на пример дрљаче, лако дођу у неравнотежни положај, уколико је асиметричан према трактору. За нека оруђа, посебно за дуга вишередна, ово води ка опадању квалитета рада.

Искуство показује да велика оруђа добро функционишу са следећим растојањима хоризонталне конвергенције:

Категорија 1N/1: 1.700 mm до 2.400 mm

Категорија 2N/2: 1.800 mm до 2.400 mm

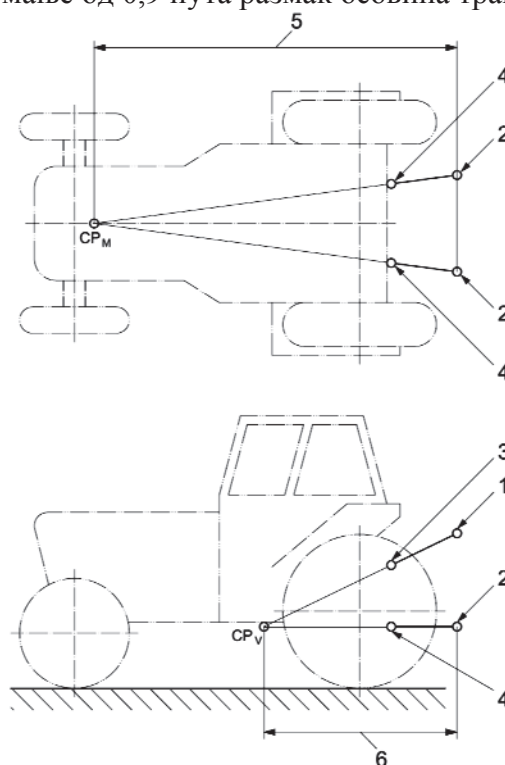
Категорија 3N:	1.800 mm до 2.400 mm
Категорија 3:	1.900 mm до 2.700 mm
Категорија 4N:	1.900 mm до 2.700 mm
Категорија 4:	1.900 mm до 2.800 mm

А.3 Растојање вертикалне конвергенције

Растојање вертикалне конвергенције (видети слику А.1) важно је за остваривање стабилних радних услова и омогућава:

- да се смање утицаји померања трактора (нагињање, ваљање, окретање) на закачено оруђе;
- конструкторима оруђа да примене оптимална техничка решења и конструкционе захтеве за радне елементе оруђа и на одговарајући начин употребе масу оруђа,
- широку заменљивост трактора и оруђа, конструисаних од различитих произвођача.

За остваривање ових особина за полужје, препоручује се да растојање вертикалне конвергенције не буде мање од 0,9 пута размак осовина трактора.



На слици је

- 1 горња прикључна тачка (3.2.3)
 - 2 доња прикључна тачка (3.2.4)
 - 3 горња ослона тачка (3.2.5)
 - 4 доња ослона тачка (3.2.6)
 - 5 растојање хоризонталне конвергенције(3.2.25)
 - 6 растојање вертикалне конвергенције (3.2.26)
- CP_V вертикална виртуална (гранична) прикључна тачка
 CP_M хоризонтална виртуална (гранична) прикључна тачка

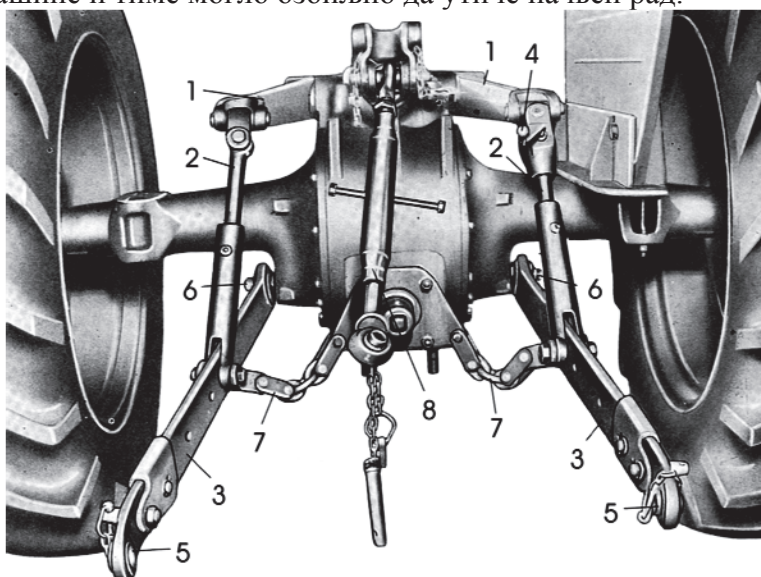
Слика А.1 – Растојања конвергенције

7.4.1. Уређај за прикључење у три тачке код трактора ИМТ 542

Уређај за прикључене у три тачке код трактора ИМТ 542 приказан је на слици 7.57. За свако подизно раме (1) помоћу универзалног карданског зглоба прикачена је подизна шипка (2), која је опет својим доњим крајем спојена за средишњу везу доње тракторске полуке (3). Десна полука подесива је по дужини помоћу ручице за попречно изравнавање прикључне машине (4). Машина се прикопчава за задње сферне зглобове (5) доњих тракторских полука (3), које могу да се клате око њихових предњих зглобова (6), везаних за осовинице кућишта задњег моста.

Подесива горња полука (8) прикључена је својим горњим зглобом за виљушку горње полуке, а њен задњи зглоб служи као трећа прикључна тачка за прикључивање машина. Ова полука служи за уздужно изравнавање прикључне машине. Сферни зглобови на горњој и доњим полукама трактора су подешени за прикључивање машина категорије I (прикључне осовинице за доње полуке пречника су 22 mm, прикључна осовиница за горњу полуку трактора пречник је 19 mm).

Ланци граничници (7) спречавају претерано бочно њихање прикључене машине, како не би дошло до удара у задње тачке трактора. Ако би ови ланци били сувише кратки, ограничили би подизање доњих полука и тиме проузроковали преоптерећење хидрауличног уређаја. То би такође смањило слободу њихања прикључне машине и тиме могло озбиљно да утиче на њен рад.

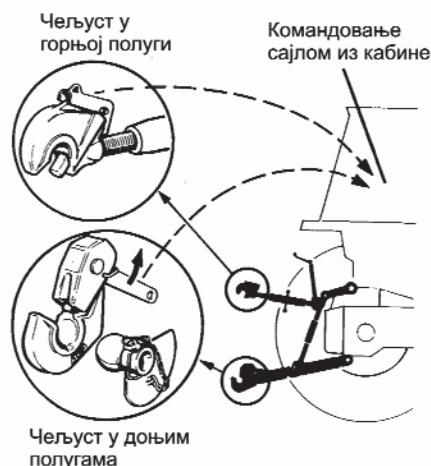


Слика 7.57. Уређај за прикључење у три тачке код трактора ИМТ 542: 1. подизна рамена; 2. подизне шипке; 3. доње полуке; 4. ручица за изравнавање; 5. сферни зглоб (задњи); 6. сферни зглоб (предњи); 7. ланци граничници; 8. горња полука

7.4.2. Уређаји за брзо прикључивање

Уређај за брзо прикључивање представља алтернативу стандардном уређају за прикључење у три тачке и представља додатну опрему, 7.58. Уместо лоптастих зглобова доње полуке и горња полука на крајевима имају чељусти, које имају механизам за самозабрављавање. Да би овај уређај могао да се користи, на осовиницама осовине прикључне машине морају да се поставе лоптасти зглобови. Машина се прикључује за трактор тако што се чељусти на доњим полукама доведу испод кугластих зглобова. Када се доње полуке подигну, чељусти се укључују и

забрављују. Горња полууга се поставља на сличан начин, тако што се постави са горње стране, преко лоптастог зглоба на горњој осовиници прикључне машине. Откачивање уређаја обавља се помоћу сајли које су повезане са механизмом за забрављивање. Прикључена машина прво треба да се спусти на подлогу, како би се растеретио хидраулички уређај. Прво се ослобађа горња полууга повлачењем сајле која одбравља механизам и подиже горњу полуугу. Другом ручицом повлаче се сајле, које одбрављују чељусту на доњим полуугама, након чега се доње полууге спуштају и машина бива откачена.



Слика 7.56. Уређај за брзо прикључивање, Аноним СЕМАГРЕФ (1991)

Стандард SRPS ISO 11001-3 настао је превођењем енглеске верзије међународног стандарда ISO 11001-3:2009.

НАПОМЕНА: У даљем тексту дати су делови оригиналног текста стандарда.

2 Полуужни уређај

2.1 Принцип полуужног уређаја

Систем за прихватање оруђа у три тачке представља специјални метод прикључивања оруђа.

Уређај за прихватање је додатна компонента постављена између полуужја у три тачке и оруђа која омогућава прикључивање и откачивање са седишта руковалаца.

Систем са полуужним уређајем је двофазни прикључак оруђа где је полуужје у три тачке трактора опремљено уређајем (тј. куком), који омогућава прихватање оруђа опремљеног са две кугле у доњим прикључним тачкама и са једном куглом у горњој прикључној тачки. Прикључивање и откачивање може да се обави са седишта руковалаца трактора.

У принципу, мере које се односе на трактор и на оруђе за примену уређаја за прихватање оруђа су исте као и за полуужје у три тачке, специфициране у ISO 730 или ISO 8759-1 и као оне за заштитну зону, специфициране у ISO 2332.

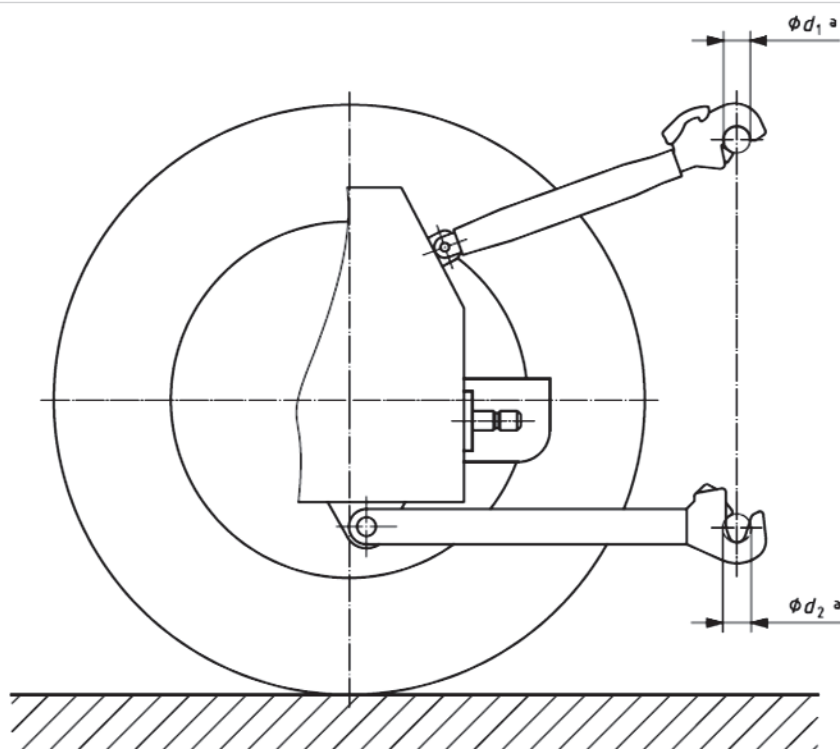
2.2 Елемент за осигуравање везе

Мора бити обезбеђен затварач у горњој и доњим прикључним тачкама за онемогућавање ненамерног раздвајања оруђа.

3 Мере и слободан простор

3.1 Мере које важе за трактор

Мере које важе за трактор морају да одговарају слици 1 и табели 1. За слободан простор полуужја у три тачке видети ISO 2332.



^a Кугла

Слика 1 – Мере које се односе на трактор

Табела 1 – Мере које се односе на трактор

Мере у милиметрима

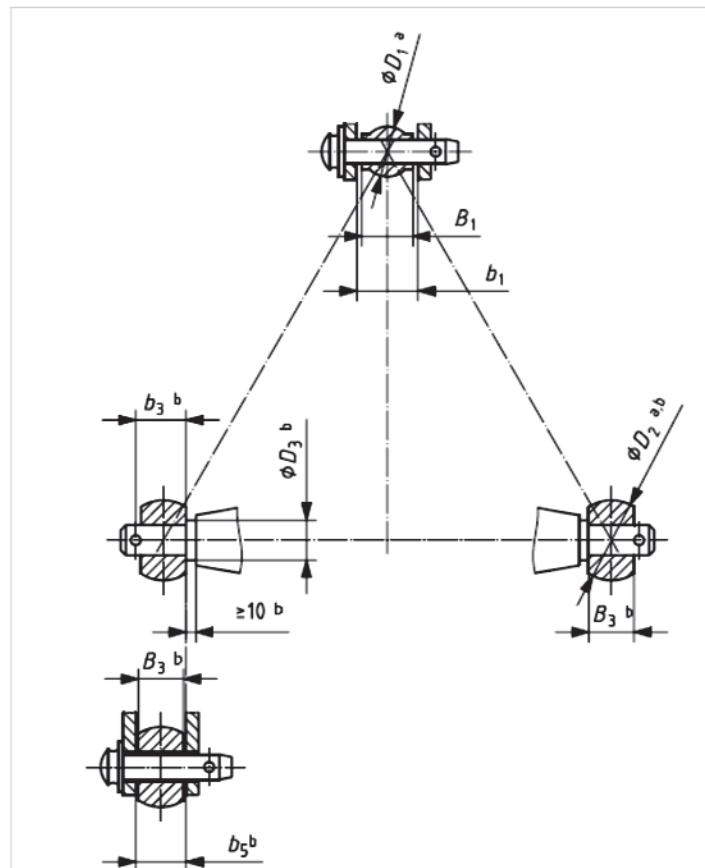
Категорија	d_1 A12 ^a	d_2 A12 ^a
1N/1	38	44
2N/2	50	56
3N/3	60	64
4N/4	78	85

^a Видети ISO 286-2

3.2 Мере које се односе на оруђе

Мере које се односе на оруђе морају да одговарају слици 2 и табели 2. За слободан простор полужја у три тачке видети ISO 2332.

Мере у милиметрима



^a Кугла

^b Обе стране

НАПОМЕНА

за мере b_1 , b_3 и b_5 , видети ISO 730.

Слика 2 – Мере које се односе на оруђе

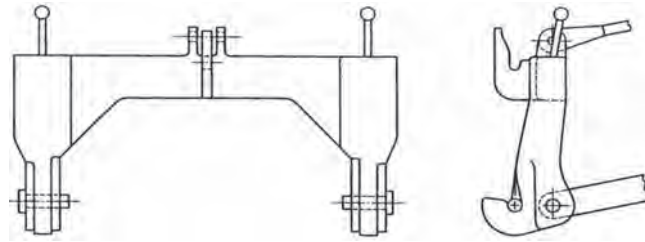
Табела 2 – Мере које се односе на оруђе

Мере у милиметрима

Категорија	D_1 $e11^a$	D_2 $e11^a$	D_3 ± 1	B_1^b	B_3^b
1N/1	38	44	28	$44_{-0,5}^0$	$35_{-0,5}^0$
2N/2	50	56	35	$51_{-0,5}^0$	$45_{-0,5}^0$
3N/3	60	64	45	$51_{-0,5}^0$	$45_{-0,5}^0$
4N/4	78	85	65	$64_{-0,5}^0$	$57,5_{-0,5}^0$

^a Видети ISO 286-2
^b Видети ISO 730.

За брзо прикључење и откачињање прикључних машина може да се користи и рам за аутоматско прикључење, слика 7.58. Рам се поставља на уређај за прикључење у три тачке трактора. Да би се машина прикључила, трактор треба возити уназад да куке аутоматског рама дођу испод тачака троугла прикључне машине, а затим хидрауличким уређајем треба рам да се подигне и машина прикључи. Посебним ручицама рам се забрави за доње осовинице троугла прикључене машине.



Слика 7.58. Рам за аутоматско прикључење машина и оруђа

Веома важна карактеристика трактора је подизна моћ хидрауличног уређаја. Мерење подизне моћи обавља се према међународним стандардима и OECD Правилнику 2. Према OECD Правилнику 2 подизна моћ трактора мери се на крајевима доњих полууга или на раму, при чему је тачка мерења удаљена 610 mm од тачака за прикључење на доњим полуугама.

7.4.3. Мерење силе подизања на доњим тачкама за прикључење

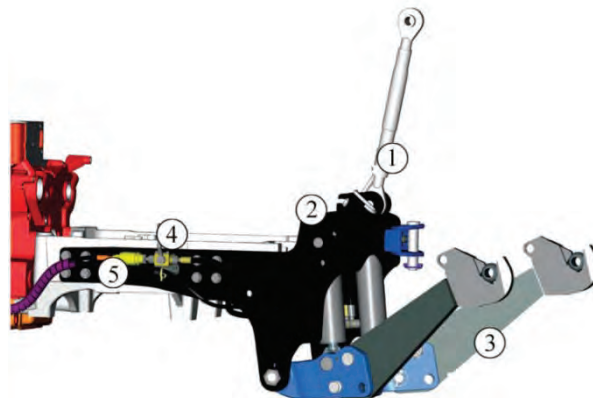
Сила подизања која може да се оствари на одговарајућем притиску хидрауличке течности, треба да се одреди у најмање шест равномерно распоређених тачака у дијапазону подизања, укључивши у њих по једну екстремну. У свакој од мерних тачака треба да се оствари максимална сила подизања, при статичком оптерећењу. Притисак који се мери током испитивања мора да превазилази минималну вредност подешеног притиска пропусног вентила.

Вредности измерених сила треба да се коригују тако да одговарају хидрауличном притиску еквивалентном 90% притиску подешене вредности притиска пропусног вентила или у односу на максималну снагу коју остварује хидраулични систем, опредељујући се на ону нижу вредност. Коригована сила подизања одређује максималну вертикалну силу која може да се оствари хидрауличким уређајем на целом његовом дијапазону кретања.

Савремени тешки трактори на крајевима доњих полууга имају подизну моћ од 11 тона, док подизна моћ предњег хидрауличног уређаја износи до пет тона.

7.4.4. Предњи уређај за прикључење у три тачке

Трактори могу бити опремљени и предњим уређајем за прикључење у три тачке. Један такав који се уграђује у тракторе „зетор“ приказан је на слици 7.59.



Слика 7.59. Предњи уређај за прикључење у три тачке код трактора „зетор фортера“ (FORTERRA) и „кристал“ (CRYSTAL): 1. горња полууга; 2. тело предњег уређаја за прикопчавање у три тачке; 3. доње полууге; 4. блокирајући вентил; 5. вентил протока уља

7.4.5. Мерење силе подизања на прикључном раму

Рам (пирамида) који треба да се прикључи на трозглобну потезницу, треба да има следеће карактеристике:

- Висина вертикалног штапа (као решеткасти носач - његов вертикални штап) и растојање од тачака за прикључење до централне линије трактора треба да буду прилагођене категорији полужја (као што је дефинисао ISO 730). Тамо где је наведено више од једне категорије, треба се одредити за ону приликом испитивања, која је била одабрана од произвођача.
- Центар тежишта треба да буде у тачки удаљеној 610 mm уназад од доњих тачака за прикључење, у линији под правим углом у односу на вертикални штап, полазећи кроз средину линије која спаја доње тачке за прикључење. Тежина рама (пирамиде) треба да буде додата сили која делује.

7.4.6. Сила подизања и стабилност трактора

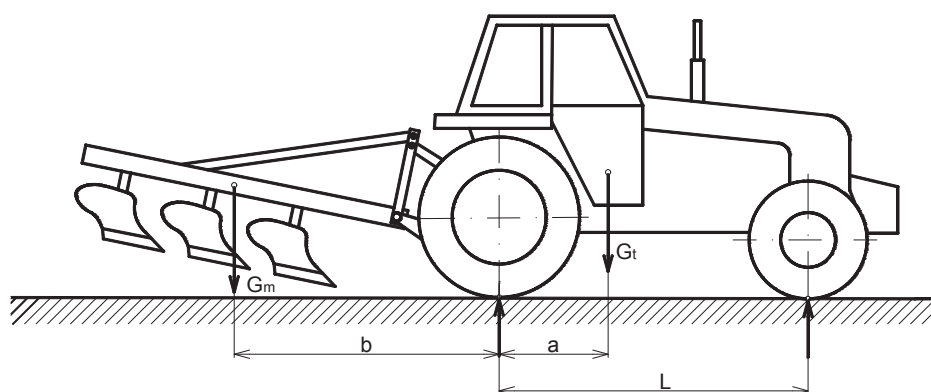
За трактор је боље што има већу подизну моћ, јер тиме може да подигне тежу прикључну машину. Тежина прикључне машине може да се повећава све док предњи точкови трактора не почну да губе контакт са подлогом, слика 7.60. Максимална тежина прикључне машине може да се израчуна према једначини 7.1:

$$G_m = \lambda_p \cdot \frac{G_t \cdot a}{b}, \quad (7.1)$$

где је:

- G_m - максимална тежина прикључне машине (N),
- G_t - тежина трактора (N),
- a - растојање између задњег моста и тежишта трактора (mm),
- b - растојање између задњег моста и тежишта прикључне машине (mm),
- L - међуосовинско растојање између задњег и предњег моста (mm) и
- λ_p - коефицијент расподеле од укупне тежине на предњи мост (-).

Код трактора (4x2)S $\lambda_p = 0,3$, а код трактора (4x4)S $\lambda_p = 0,4 - 0,5$.



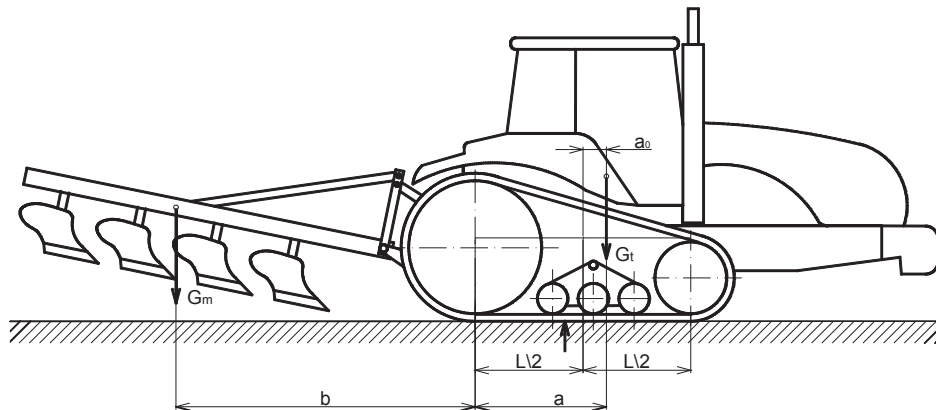
Слика 7.60. Одређивање максималне тежине ношене прикључне машине

Код трактора гусеничара, сл. 7.62, максимална тежина прикључне машине одређује се на сличан начин према једначини 7.2:

$$G_m = \frac{(0,17 \cdot L + a_o) \cdot G_t}{a + b - 0,17 \cdot L - a_o}, \quad (7.2)$$

где је:

a_0 - растојање између тежишта трактора и средине међуосовинског растојања гусенице (mm).



Слика 7.62. Одређивање максималне тежине ношене прикључне машине код трактора гусеничара

Међутим, треба имати на уму да превелико оптерећење на доњим полугама може да изазове растерећење, па чак и подизање предњих управљачких точкова. Уколико предњи точкови губе контакт нарушава се стабилност трактора и способност управљања закретањем точкова. Због тога се препоручује да на предњем мосту трактора увек остане најмање 15% од укупне тежине трактора, како би рад са трактором био безбедан.

7.5. ОДРЖАВАЊЕ ХИДРАУЛИЧКИХ УРЕЂАЈА

7.5.1. Редовно техничко одржавање

Хидраулички подизач не захтева неко посебно одржавање. Најважније је придржавати се упутстава која су прописана за сваки поједини тип трактора. При одржавању водити рачуна о количини и чистоћи уља, а такође пазити да не дође до механичких оштећења спољних делова као што су полуге подизача, ручице за управљање, цевоводи и друго.

Један од основних услова доброг функционисања хидрауличног уређаја је избор уља. Код трактора ИМТ уље за хидраулик служи истовремено и за подмазивање мењача. Оно истовремено служи и за подмазивање зупчаника и осталих делова мењача и диференцијала, али и као течност за напајање хидрауличне инсталације. Код других трактора у хидрауличком уређају може да се користи и моторно уље, при чему су такви уређаји одвојени од трансмисије. Изабрано уље мора да спречи хабање зупчаника при високим притисцима и корозију метала, а не сме бити агресивно на заптивке и не сме да се пени. Стога треба користити само уља препоручена од произвођача.

Ниво уља на мерачу треба проверити после сваких 50 радних сати. При том је важно да се ниво мери после заустављања трактора, када се уље оцеди и слегне у кућишту. Ако је на трактор прикључено оруђе које има своје посебне цилиндрице, треба га спустити на тло да се уље из цилиндра врати у кућиште. То исто важи и за цилиндар основног хидрауличног система који се празни спуштањем командних ручица у доњи положај.

Промена уља се обави по препоруци произвођача и у зависности од квалитета уља, али најчешће после 800 радних сати. Приликом измене уља треба очистити

магнетни пречистач на чепу за испуштање уља. Исто тако, код трактора који у систему имају филтер за уље, треба га заменити приликом сваке измене или чак два пута до измене уља. Завртањ ручице за изравнавање на десној подизној шипки треба свакодневно подмазивати машћу, а повремено и завртањ горње полуге. Зглобове на доњим полугама и горњој полузи није потребно подмазивати.

7.5.2. Кварови хидрауличних уређаја

Иако су хидраулички уређаји на савременим тракторима сигурни у раду и са дугим веком трајања, ипак се повремено могу појавити одређене сметње.

Ако хидраулички уређај не ради, узроци неисправности могу бити:

- недовољна количина уља у кућишту,
- оштећено седиште сигурносног вентила или вентила притиска или се у њему налазе механичке честице и
- неисправна пумпа.

Ако хидраулички уређај ради неравномерно, узроци неисправности су:

- недовољна количина уља у кућишту,
- зачепљен пречистач уља,
- продор ваздуха у усисни вод пумпе.

Ако после краћег времена хидраулички уређај попушта под теретом, узроци неисправности су:

- лоше подешена осовиница разводника,
- слабо заптивање услед оштећења клипа разводника,
- оштећен заптивни прстен на клипу подизача и
- неисправна подешеност или нечистоћа на седишту сигурносног вентила.

Наведени кварови односе се на тракторе ИМТ, док код савремених трактора који имају електрохидрауличку регулацију, одржавање и оправке обављају овлашћени сервиси.

7.6. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ ХИДРАУЛИЧКИМ УРЕЂАЈЕМ

При коришћењу, техничком одржавању и ремонту хидрауличног система, мора да се води рачуна о безбедности, пошто се уље налази под високим притиском. Уколико се делови тела изложе десјтву млаза уља, уље може да продре под кожу и да изазове озбиљне повреде. Максимални притисак уља може да буде и преко 200 бара. Због тога треба предузети следеће мере безбедности:

- Пре одвајања цевовода између трактора и прикључене машине, треба да се ослободи притисак у цевоводима.
- Пре активирања функција хидрауличног система, обавезно треба да се провере све везе између трактора и прикључене машине.
- Уколико се појави цурење уља на систему, никада не треба да се користе руке за проверу места цурења. Уместо проверавања руком, треба да се користи парче папира или картона.
- Уколико уље продре под кожу, оно мора да се уклони што пре уз стручну помоћ лекара, јер може да се појави гангрена.

Пре извођења било којих мера техничког одржавања треба да се спроведе следећа процедура:

1. Зауставити мотор ради заустављања пумпи хидрауличног уређаја.
2. Спустити прикључну машину на земљиште.

3. Вратити командну ручицу разводног вентила у неутрални или пливајући положај и то поновити неколико пута.
4. Пратити процедуру и инструкције које су дате у Упутству за руковалаце.

7.7. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Који је задатак хидрауличког уређаја?
2. Шта контролише и чиме управља хидраулички систем код савремених трактора?
3. Који су основни елементи хидрауличког уређаја?
4. Како се према начину рада деле хидраулички уређаји?
5. У чему је суштинска разлика између отворених и затворених хидрауличких уређаја?
6. Како се према начину управљања деле хидраулички уређаји?
7. Које контроле поседују системи с управљањем?
8. Код којих прикључних машина се користи контрола вуче, а код којих контрола положаја?
9. Како функционише контрола вуче, а како контрола положаја код трактора ИМТ 539?
10. Које су предности затвореног хидрауличког система са променљивим протоком и притиском и осетљивошћу на оптерећења?
11. Објаснити електронско управљање хидрауличким уређајима.
12. Навести основне елементе уређаја за прикључење у три тачке.
13. Навести мере безбедности при раду са хидрауличким уређајем.

8. ДОДАТНИ УРЕЂАЈИ

У додатне уређаје трактора спадају: уређаји за вучу, прикључно вратило трактора, ременица и кабина, односно ергономске карактеристике трактора.

8.1. УРЕЂАЈИ ЗА ВУЧУ

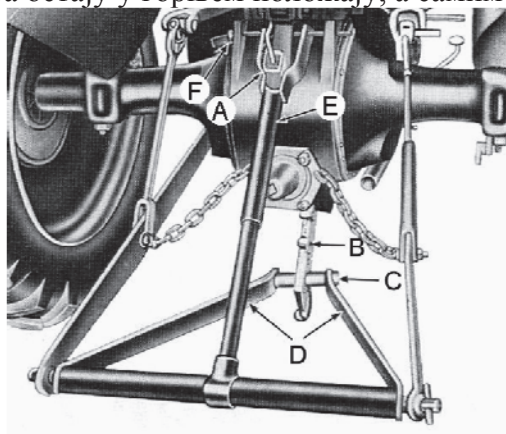
Уређај за вучу служи за прикључивање прикључних машина и приколица за трактор, односно његово агрегатирање за рад у пољу. У зависности да ли је прикључна машина ношена, полуношена и вучена, као уређаји за прикључивање користе се: уређај за прикључење у три тачке, круте потезнице, универзалне потезнице, клатеће потезнице и аутоматске куке.

У принципу, прикључивање приколице за трактор може да буде двојако:

- на аутоматску куку, што је карактеристично за једноосовинске приколице и
- на потезницу трактора.

Аутоматска кука трактора ИМТ 539, слика 8.1, налази се испод и мало иза задњег моста трактора. Спаја се посебним механизмом (D) за полуге подизног хидрауличног система трактора, те се спајање и одвајање приколице обавља помоћу истог система. У току транспорта кука се блокира у горњем положају помоћу додатног механизма (A) и (E), а хидраулични систем трактора се растерети. Овакав начин прикључивања, добио је назив „аутоматски“, због тога што операције спајања и одвајања приколице руковалац обавља сам са седишта трактора.

По постављању механизма, аутоматска кука (B), слика 8.1, је повезана са хидрауличним подизним системом трактора. Ходом трактора уназад кука се постави испод ушица руде приколице и подизањем навише кука уђе у ушице и подиже руду. Кад се подигне до крајњег горњег положаја, при чему се претходно брава механизма ручно одбрави (A), обавља се забрављивање браве, такође ручно, а хидраулик трактора се растерети. Код трактора ИМТ-539, на пример, командна ручица контроле вуче је у доњем положају, а ручица положаја се спусти - помери наниже. С обзиром на забрављивање телескопског дела механизма (E), доње подизне полуге трактора остају у горњем положају, а самим тим и кука (B).

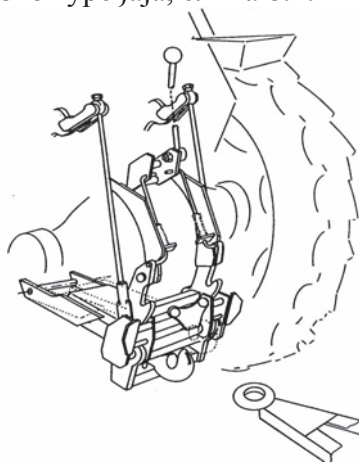


Слика 8.1. Аутоматска кука код трактора ИМТ 539: А. бртва; В. кука; С. осовина куке; D. полуга; E. телескопски механизам, F. осовиница за везу – дужа

Предност коришћења аутоматске куке огледа се у прерасподели укупне тежине приколице, при чему се око 1/3 укупне тежине преноси на куку, а самим тим на задњу осовину трактора. На тај начин повећава се адхезиона сила, односно сила споја трактора на погонским точковима, те је већа могућност реализације вучне силе. Са друге стране, тачка прикопчавања приколице је ближа тежишту трактора, него при прикопчавању на универзалну потезницу, те се знатније не утиче на

стабилност трактора. Зато је овај систем нарочито заступљен код нижих категорија трактора, а посебну примену налази у брдско-планинском подручју.

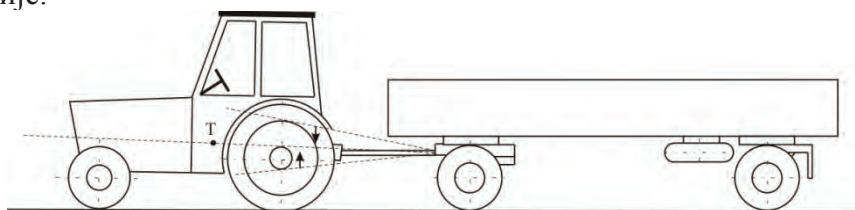
Код трактора већих снага користи се аутоматска кука другачије конструкције, али је исто повезана са хидрауличким подизним уређајем и управљање се обавља помоћу команди хидрауличког подизног уређаја, слика 8.2.



Слика 8.2. Аутоматска кука

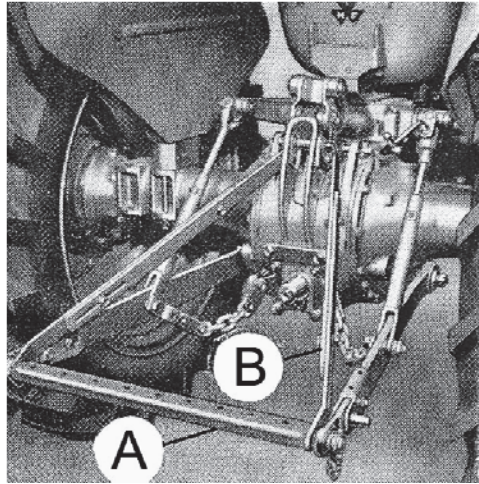
Други систем прикопчавања приколица је на потезницу трактора, при чему се обично мисли на прикључење двоосовинских приколица. Већина трактора има две, а неки и више потезница.

При прикључењу потребно је обратити пажњу, да линија вуче пролази кроз тежиште трактора, слика 8.3. Уколико је тачка прикључења виша, долази до додатног оптерећења задњих точкова трактора, али у екстремним случајевима до знатног растерећења предњих точкова трактора. Ипак се, због немогућности идеалног прикључења, оваквом прикључењу најчешће прибегава у пракси. Уколико је тачка качења нижа, долази до растерећења задњег моста трактора, те смањења силе адхезије.



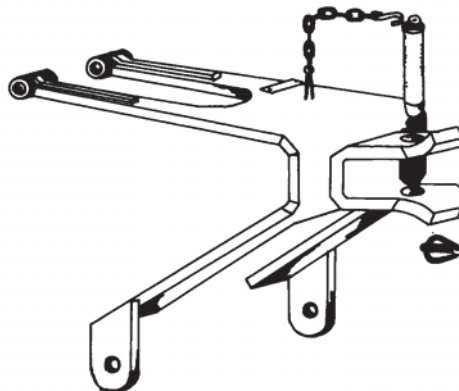
Слика 8.3. Положај линије вуче

Универзална потезница са косницима (В), слика 8.4, се веома често користи у пракси, а карактеристична је за тракторе мањих снага. Једноставне је конструкције, јефтина је, лако се поставља и скида са трактора. Поставља се на доње подизне полуге и стабилизује се тзв. стабилизаторским полугама у хоризонталној равни и, за дужи транспорт, тзв. подесивим косницима () у вертикалној равни. Осовинице на крајевима потезнице (А) умећу се у кугласте лежаје на крајевима доњих полуга. Косници спречавају и бочно клаћење потезнице. Када су косници постављени, хидраулички подизни уређај не сме да се користи. Сваки косник се састоји од два плочаста носача, који имају дугуљасте отворе за спајање, па на тај начин може да се мења и дужина косника. Мењањем дужине косника подешава се висина потезница изнад подлоге. Иако није најподеснија за транспорт, врло често се користи због универзалности примене.



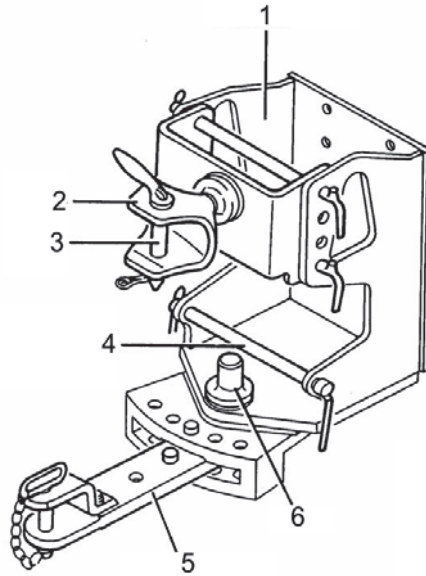
Слика 8.4. Универзална потезница са косницима: А. потезница, В. косник

Виљушкасте круте потезнице су уграђене на тракторима већих снага и намењене су, углавном, за прикључење двоосовинских приколица, слика 8.5. Састоји се из улазне чељусти (уста) и носача, односно дела за причвршћивање на вучно возило. Она се причвршћује за плочасту конзолу, која је причвршћена испод централног кућишта трактора.



Слика 8.5. Виљушкаста крута потезница

На савременим тракторима већих снага користи се неколико типова вучних уређаја, са циљем повећања универзалности трактора, слика 8.6. Тако на једном трактору могу да буду постављени вучни уређај за вучу двоосовинских приколица изведен у облику виљушкасте круте потезнице (2) и (3), која може да се подешава по висини, затим „питон“ потезница за вучу једноосовинских приколица (6) и клатећа потезница за вучу прикључних машина (5). Клатећа потезница најчешће служи за вучу береча кукуруза, али не сме да се користи за вучу једноосовинских приколица, јер може да дође до лома саме потезнице. Клатећа потезница има могућност бочног померања, тако да се добије ексцентручна вуча, што је потребно при раду са неким прикључним машинама, као што су комбајни за силажу, комбајни за шећерну репу, итд. Уколико је потребно, она може да се заокрене за 180°, ради промене висине качења, а може и да се увлачи и извлачи.



Слика 8.6. Вучни уређаји на трактору: 1. носач круте потезнице; 2. чељуст круте потезнице; 3. чивија с осигурачем; 4. чивија „питон“ потезнице; 5. клатећа потезница; 6. „питон“ потезница, Аноним СЕМАГРЕФ (1991)

На слици 8.7. приказано је неколико типова вучних уређаја који повећавају универзалност трактора „зетор“.



Модуларни носач потезнице

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Аутоматска потезница Ø 38

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Механичка потезница Ø 31

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Модуларни носач клатеће потезнице

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Клатећа потезница

Максимално вертикално оптерећење 736 kg



Потезница K80

Максимално вертикално оптерећење 3000 kg



Потезница "Питон фикс"

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Механичка потезница "Д2" Ø 43

Механичка потезница "Д3" Ø 50

Максимално вертикално оптерећење 2000 kg



Аутоматска кука + модуларна потезница

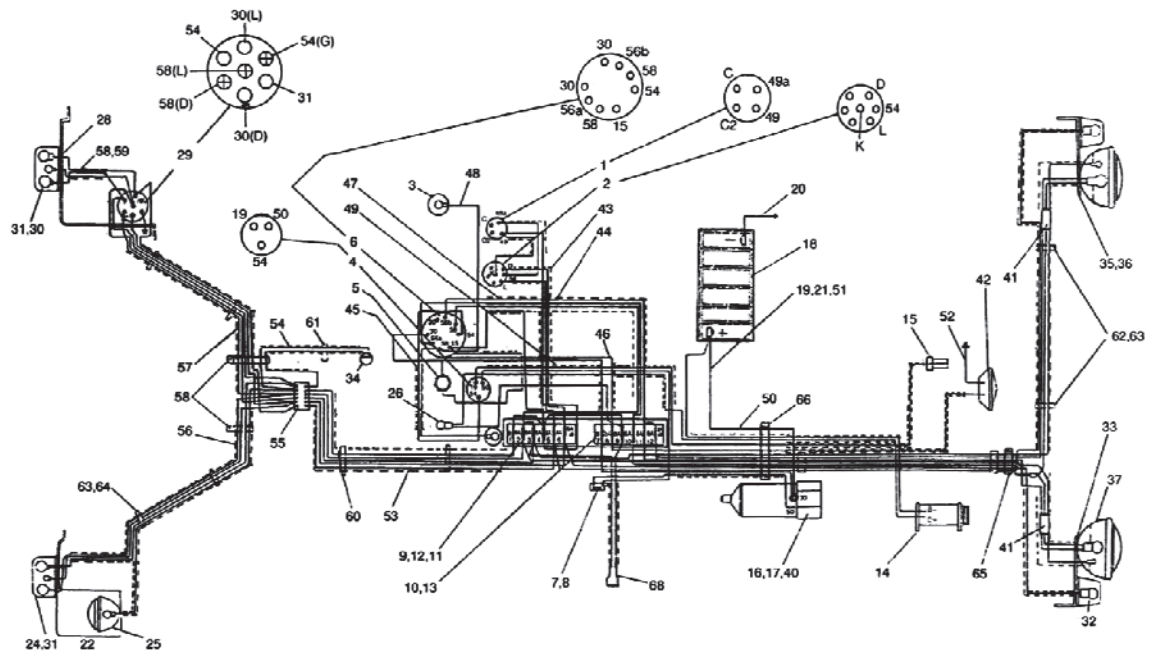
Вертикално оптерећење
2000 kg, 3000 kg за куку
1200 kg за потезницу

Слика 8.7. Вучни уређаји на тракторима „зетор“

9. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ

Електрични уређаји трактора могу да се поделе у две групе. У прву групу спадају уређаји који раде са напоном од приближно 12 V. Ова група може да се подели у две подгрупе. У прво подгрупу спадају уређаји без којих сам мотор не би могао да ради и то су акумулатори, електропокретачи (стартери), динаме, алтернатори и системи за паљење. У другу подгрупу спадају уређаји који нису саставни део самог мотора, али спадају у основну опрему без којих трактор не би могао да учествује у саобраћају. Ту припадају светла за осветљавање пута, позициона и стоп-светла, показивачи правца (мигавци), електрична сирена, брисачи, разни прекидачи, итд. На слици 9.1 приказана је електрична инсталација трактора ИМТ-539, која садржи наведене уређаје.

У другу групу спадају уређаји који раде са напоном који је једнак или мањи од 12 V и ови уређаји су саставни елементи контролно-управљачких система мотора тзв. електронског менаџмента система мотора (*Engine Management System - EMS*) и контролно-управљачких система трактора. У ову групу спадају сензори, релеји, актуатори, магистрале за пренос података и електронске управљачке јединице (ECU).



Слика 9.1. Шема електроинсталације трактора ИМТ 539: 1. Релеј показивача правца (мигавца) 12V, 21W и начин његовог повезивања [49. довод са топлотног прекидача и одвод на контролну лампицу; 49а. одвод на прекидач показивача правца]; 2. прекидач релеа показивача правца и начин његовог повезивања [К- жута контролна лампица; 54. довод са релеја показивача правца; D- десни показивач правца; L- леви показивач правца]; 3. сијалица на манометру 12V, 2W; 4. прекидач електропокретача и грејача са два кључа и начин његовог повезивања [54. довод са трополног прекидача; 19. грејач; 50. електропрекидач]; 5. дугме сирене; 6. трополни прекидач за паљење светла и давање контакта са два кључа и начин његовог повезивања [15. сирена, стоп светло и задњи радни фар, релеј показивача правца и показивачи правца (мигавци), светло кабине и контролна сијалица пуњења генератора; 30. одвод са главног осигурача 25А; 54. прекидач грејача и електропокретача; 56а. дуго светло предњих фарова; 56б. оборено светло предњих фарова; 58. сијалица термометра, светло за означавање возила- позиција]; 7.

сигурносни прекидач покретања мотора; 8. лула гумена за сигурносни прекидач покретања мотора; 9. носач кутије осигурача; 10. кутија са шест осигурача; 11. вијак; 12. кутија са шест осигурача; 13. вијак за лим; 14. генератор (алтернатор) 14V, 28A; 15. грејач горива за покретање мотора; 16. електропокретач 12V, 3kW; 17. еластична подлошка; 18. акумулаторска батерија 12V, 97Ah; 19. уводник; 20. кабал акумулаторске батерије; 21. кабел акумулаторске батерије; 22. носач десног стоп светла; 24. светиљка комбинована задња десна; 25. задњи радни фар; 26. контролна сијалица пуњења генератора (алтернатора); 27. гумени уводник; 28. носач таблице; 29. кутија прикључна седмополна и начин њеног повезивања [30(L). леви показивач правца (мигавац); 54(G). слободан прикључак за светло хода уназад или задње светло за маглу; 31. масени вод; 30(D). десни показивач правца (мигавац); 58(D). десно светло за означавање возила; 58(L). лево светло за означавање возила; 54. стоп светло]; 30. светиљка комбинована задња лева; 31. шапица; 32. показивач правца предњи; 33. носач десног фара; 34. прекидач механички; 35. носач левог фара; 36 вијак; 37. предњи фар; 38. сноп каблова; 39. каблови; 40. навртка; 41. трополни конектор; 42. сирена; 43. сноп каблова; 44. сноп каблова; 45. сноп каблова; 46. сноп каблова; 47. сноп каблова; 48. кабел; 49. сноп каблова; 50. сноп каблова; 51. лула гумена; 52 кабел; 53. сноп каблова; 54. сноп каблова; 55. осмополна прикључница (разводник); 56. сноп каблова; 57. сноп каблова; 58. сноп каблова; 60. обујмица; 61. обујмица; 62. вијак за лим; 63. шапица; 64. вијак за лим; 65. обујмица; 66. обујмица; 67. сноп каблова; 68. двополни утикач за напајање осталих потрошача (светло кабине, брисач, додатни радни фарови, грејно вентилациони уређај, радио апарат, итд.).

9.1. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ МОТОРА

У електричне уређаје мотора спадају: акумулатор, динама, алтернатор, електропокретач и уређаји за хладан старт.

9.2. ЕЛЕКТРИЧНИ УРЕЂАЈИ ЗА ВОЖЊУ У ЈАВНОМ САОБРАЋАЈУ

Сви трактори који се користе у транспорту на јавним путевима подлежу законским прописима, као и остала возила. Трактор мора бити опремљен светлосно-сигнализационим уређајима за јавни саобраћај, али поред тога, треба да има и неке допунске уређаје, ради обављања одређених послова према намени. Сигнализациони уређаји користе се у јавном саобраћају, а светлосни ноћу и у раду. Осветљење на трактору мора да функционише тако да возач испред себе на довољној удаљености види кривину, друго возило, запрегу, саобраћајне знакове и друго. Осим тога, трактор треба да је опремљен сигналним светлима да други возачи и пешаци могу, на време бити обавештени о маневрима трактора.

Трактор у јавном саобраћају треба да има следеће светлосно-сигнализационе уређаје:

- позициона светла (предња и задња),
- предња светла (кратка и дуга),
- стоп светла,
- показиваче правца – мигавце (леви и десни),
- светлорегистарске таблице
- сирену,
- брисаче стакла на кабинини и
- седмополни утикач за приколицу.

Уређај за осветљење, приликом ноћног рада у пољу, треба да осигура што бољу осветљеност површине земљишта испред трактора и машине која је прикључена иза трактора. Да би се то омогућило, за ноћни рад се уграђују посебни радни рефлектори на предњем и задњем делу трактора. Напред се постављају два рефлектора уз фарове за возњу у јавном саобраћају, или уместо њих. На задњој страни се обично налази само један рефлектор, али се могу налазити и додатна светла над радним деловима прикључне машине. Радни рефлектори се разликују од фарова за возњу у јавном саобраћају по томе што имају сијалице са једном нити и по томе што бацају сноп светла на већу даљину и ширину, слика 9.2.

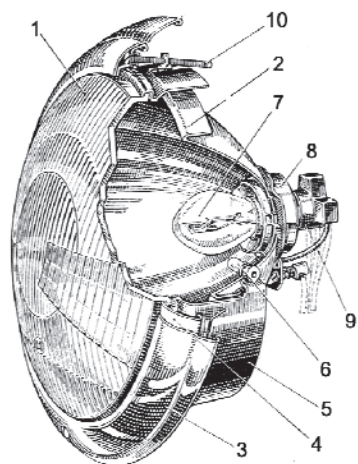


Слика 9.2. Светла и рефлектори за рад ноћу

Предња кратка и дуга светла изводе се у облику фара, мада данас имају и аеродинамичније облике. Фар се састоји из облоге кућишта и уређаја за подешавање положаја рада. Кућиште носи и штити оптику фара.

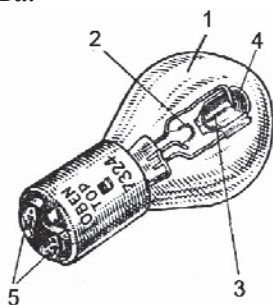
Основни делови фара приказани су на слици 9.3. Савремени фарови тако су конструисани да је лака замена сијалица, без демонтаже оквира – обруча стакла. Оптички део фара састоји се од: сијалице са два ужарена влакна, сијалице са једним влакном и грла за обе сијалице. Има и параболично огледало израђено од челичног лима чија је радна површина покривена лаком, а преко лака се налази танак слој алуминијума. Таква површина огледала одбија 90 одсто светла које пада на њу.

Стакло фара (1) уметнуто је у поклопац – обрuch (3). Оно штити унутрашњост фара. Израђено је од материјала који правилно дели светло. Неисправна сијалица (7) лако се замењује једноставним извлачењем кутије утикача (8). С утикача (9) не морају да се одвајају проводници, пошто су контакти у утикачу подешени контактима на сијалици. Кутија утикача (8) израђује се у две варијанте и то: за симетрично и асиметрично подешавање средњег обореног светла. Сијалица (6) пали се за време паркирања возила и даје тзв. позиционо светло.



Слика 9.3. Фар у пресеку: 1. рефлекторско стакло; 2. параболоидно огледало; 3. украсни оквирни обруч; 4. заптивни обруч; 5. кућиште рефлектора; 6. сијалица кратког светла; 7. сијалица са два ужарена влакна; 8. кутија утикача; 9. утикач; 10. завртањ, Декањ (1988)

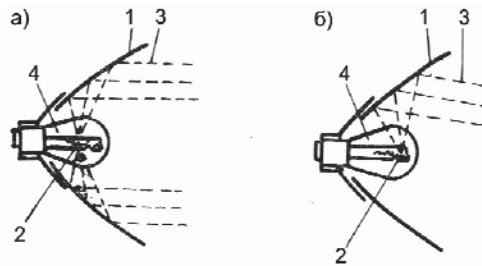
Сијалица са два ужарена влакна има задатак, да из једног светлосног извора омогући промену са дугог на кратко – оборено светло. Делови сијалице приказани су на слици 9.4. Вlakно за даљинско светло, слика 9.4а, се налази у жижи параболничног огледала. Светлосни зраци (3) се одбијају од огледала (1) и из фара излазе усмерени паралелно с осом параболоида. Овим скупљањем светлосних зрака светло се хиљадустрүко повећава.



Слика 9.4. Сијалица са два ужарена влакна: 1. стаклена крушка сијалице; 2. спирално влакно дугог светла; 3. спирално влакно кратког светла; 4. заштитна кашикица; 5. контакти, Декањ (1988)

Када је упаљено дуго светло светлосни зраци се одбијају у параболоидно огледало. Пошто је жица (влакно) померена ка центру фара, зраци се одбијају хоризонтално, слика 9.5а. Кратко светло, слика 9.5б, остварује се помоћу заштитне кашикице, која се налази испод спиралног влакна, тако да се светлосни зраци одбијају на горњу површину параболоидног огледала (1) и пошто је жица измештена унапред, зраци (3) се преламају под углом надолу.

За вожњу у јавном саобраћају важно је да светла предњих фарова буду исправно подешена. Подешеност се проверава оптичким инструментима приликом техничког прегледа трактора.



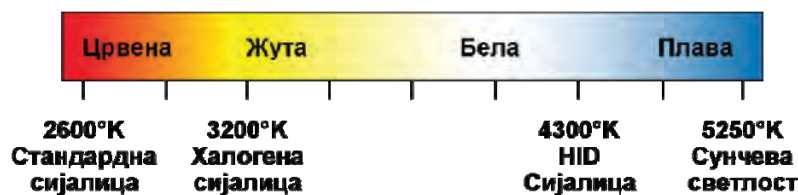
Слика 9.5. Светла рефлектора: а) дуго; б) кратко – оборено: 1. параболоидно огледало; 2. светлосна жица; 3. смер преломљеног зрака; 4. сијалица са два ужарена влакна, Декањ (1988)

Уређај за показивање положаја и маневрисање чине позициона и габаритна светла. Положај возила показују:

- предња позициона светла (уграђена су у фарове и бела су. Упале се ноћу док возило стоји, а и за време вожње по осветљењим градским улицама. За та светла се користе сијалице од 3 до 5 W);
- задња позициона светла (црвене су боје, а морају бити упаљена ноћу и у току вожње и за време стајања. За ова светла користе се сијалице 5 W).
- габаритна светла (два бела бочна светла са десне и леве стране трактора, која показују ширину возила Она ноћу треба стално да светле, за њих се користе сијалице од 3 до 5 W).

На трактору могу да буду уграђене и халогене сијалице. Спирално влакно је од платине, које се протицањем струје ужари и у додиру са јодним гасом затвореним у стакленој крушки сијалица даје бљештаво светло. Недостатак сијалица је што имају само једно влакно, без кратког светла. Због тога се у рефлектору комбинују две халогене сијалице.

Након халогених појавиле су се **ксенонске сијалице или HID** „хај интенсити дисчарџ лајтинг“ (*High Intensity Discharge Lighting*). Интензитет светлости код ових сијалица је већи него код халогених и мање троше електричну енергију. Затим, радни век је 3 до 5 пута дужи него код халогених. Ксенонске сијалице светле светлије и при вишим температурним бојама, тако да производе бело-плаву светлост, слика 9.6, која више одговара дневној светлости.



Слика 9.6. Температурне боје

HID сијалице у себи садрже стаклену капсулу од кварца, која се налази између две електроде од тунгстена, слика 9.7. У кварцној капсули налази се мешавина металних соли и ксенонског гаса. Електроде се користе да запале мешавину са високим напоном (до 25.000 V), који је потребан да би гас у капсули достигао критичну температуру. Након достизања критичне температуре, ксенонски гас се јонизује и металне соли испаравају. Када је процес завршен светло је достигло максимални интензитет и потребан напон за рад сијалице опада.



Слика 9.7. HID сијалица

У последњих неколико година све више се примењују **LED** „лајт емитинг диод“ (*Light-Emitting Diode*) технологија код фарова. На слици 9.8 види се главни фар са LED мигавцем. Основно LED светло састоји се од полупроводничке диоде, која је постављена у оквир од олова, који је даље повезан са проводницима. LED емитује светло када се промени ниво енергије у полупроводничкој диоди, што наводи фотоне да се емитују као светлост.



Слика 9.8. Светло са LED диодама

Светлост је присутна и у видљивом и у инфрацрвеном таласном опсегу. Видљиве боје обухватају црвену, жуту, наранџасту, окер, зелену- плаво зелену, плаву и белу боју у таласном спектру од 400-700 nm. LED светло има предности у односу на халогене и HID сијалице, јер производе „хладно“ светло, па се не загревају. Што је најважније већа је уштеда енергије. Тако халогене сијалице од укупне доведене електричне енергије 70% претворе у топлотну енергију, док LED сијалице скоро сву електричну енергије претворе у светлост, која је скоро као и дневна, слика 9.9.



Слика 9.9. Разлика у светлости између халогене и LED сијалице

Мигавци. За показивање скретања возила улево или удесно користе се треперава светла, тзв. мигавци. Постављају се са предње и задње стране возила и то лево и десно, па због тога трактор има четири мигавца. На неке тракторе мигавци се постављају бочно и тада постоје само два мигавца. Мигавци дају жуто трепераво светло, тј. светло које се пали и гаси 120 пута у минути. За то се користе сијалице од 18 W. Као уређаји за мигање највише се употребљавају уређаји с електромагнетским прекидачем (релејом).

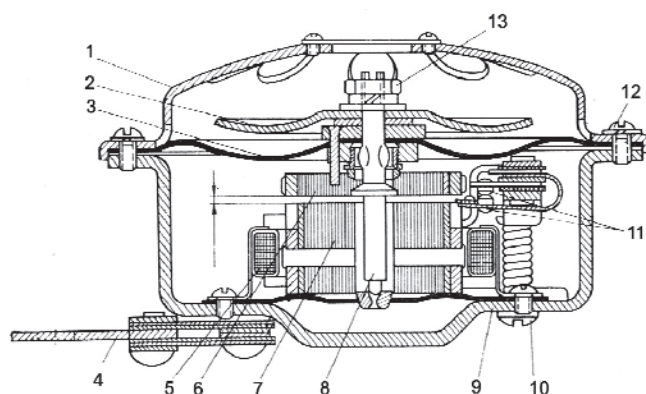
Стоп светла. Светла кочења или стоп светла показују возачу који вози иза дотичног возила да ће ово успорити вожњу, односно да ће доћи до кочења. Стоп светла су у вези са механизмом кочења трактора, па чим возач притисне на педалу за кочење та светла засветле. Стоп светла су црвене боје.

На задњем делу трактора обавезна су позициона светла, стоп светла, показивачи правца и светло за ход уназад, слика 9.10.



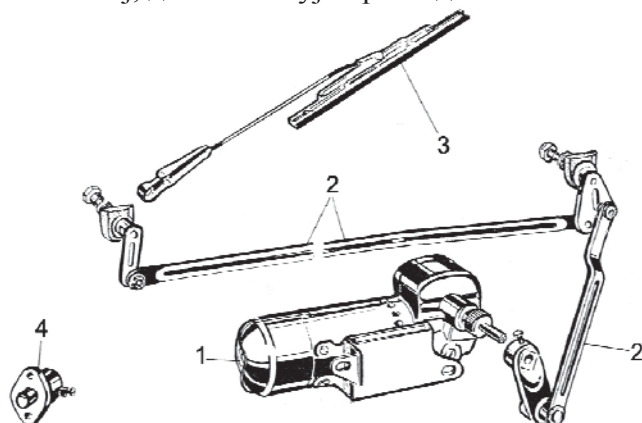
Слика 9.10. Задња светла

Електрична сирена. Рад сирене заснован је на електромагнетним вибрацијама мембране. Затварањем струјног кола тастер прекидачем, који се налази на приступачном месту за возача, струја протиче кроз намотаје електромагнета (5), па електромагнет привлачи чекић (6), који је измештен из равнотежног положаја металном мембраном (3), слика 9.11. При искљученом струјном колу, контакти прекидача (11) су спојени, тако да се затварањем струјног кола електромагнет намагнетише. Привлачењем чекића (5) прекида се спој контаката и чекић (5) удари о наковањ (7), који је истовремено и језгро електромагнета. Овај ударац се манифестује на резонатору (2) звуком, уз савладавање дејства мембране, као опруге. Пошто је истовремено искључено струјно коло, сила дејства опруге – мембране враћа чекић у измештени положај и поново спаја контакте (11). То се обнавља све дотле док је струјно коло затворено са тастер прекидачем. Висина тона регулише се завртњем 10 на жељену висину тона, до дозвољене границе 80-90 dB(A).



Слика 9.11. Уздужни пресек сирене: 1. поклопац; 2. резонатор; 3. метална мембрана; 4. држач; 5. намотаји електромагнета; 6. чекић; 7. језгро електромагнета као наковањ; 8. стег; 9. кућиште; 10. завртањ за регулисање висине звука; 11. контакти прекидача струјног кола; 12. завртањ поклопца; 13. навртка

Брисачи стакла на кабини. Јасна прегледност пута и околине испред возача од великог је утицаја на безбедност вожње. Погонски електромотор (1), слика 9.12, довољно је снажан да може да савлада и највеће отпоре, које пружа наталожени снег, мраз на ветробрану или при великом пљуску. Обртни момент електромотора (1), одређује се према величини четкице брисача (3), којом захвата одређену површину стакла. Фреквенција кретања четкице је од 40 до 65 у минути. Механизам је тако подешен, да после искључења мотора, четкица брисача буде доведена у основни положај, да не смањује прегледност из кабине

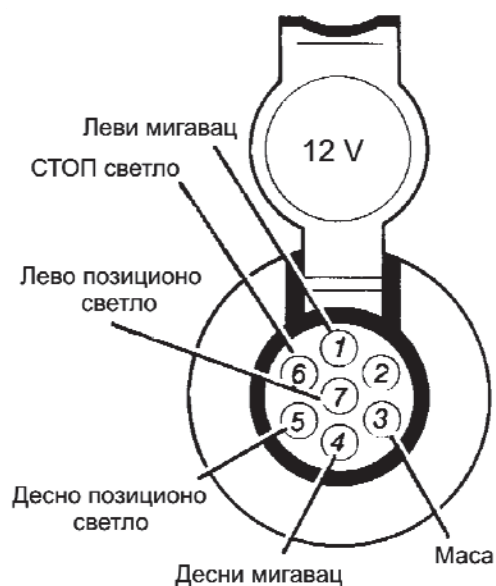


Слика 9.12. Брисач: 1. погонски електромотор; 2. систем полууга; 3. четкица брисача; додатни лежај тандемског преносника, Декањ (1988)

Седмополни утикач за приколицу. За напајање потрошача на приколици (позициона светла, мигавци и стоп светла) користи се седмополни – седмопински утикач. Распоред проводника на утикачу је стандардизован, тако да би било што једноставније повезивање електричне инсталације трактора с електричном инсталацијом приколице. Стандардни распоред проводника на утикачу приказан је на сликама 9.13 и 9.14 и табели 9.1.

Табела 9.1. Распоред проводника на утикачу

Бр. пина	Боја жице	Струјно коло
1.	Жута	Леви мигавац
2.	Не користи се	-
3.	Црна	Маса (уземљење)
4.	Зелена	Десни мигавац
5.	Плава	Десно позиционо светло
6.	Црвена	Стоп – светла кочница
7.	Браон	Лево позиционо светло

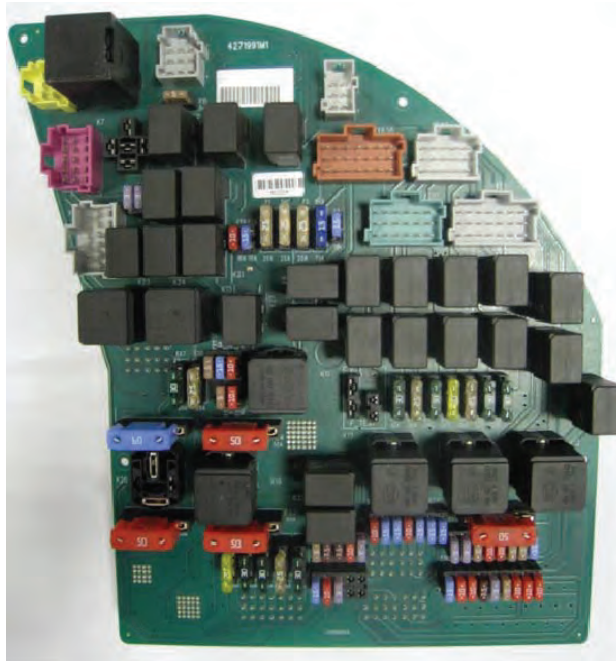


Слика 9.13. Седмополни утикач за приколицу, Anonim СЕМAGREF (1991)



Слика 9.14. Седмополни утикач за приколицу

Осигурачи. За осигурање инсталација од преоптерећења, које би могло да доведе прво до топљења изолације, а потом и до топљења проводника, користе се осигурачи. Топљење запрљаних проводника са горивом или уљем може да изазове до пожара на трактору. Осигурачи су постављени у кутијама које су на приступачном месту, тако да лако може да се замени истопљени осигурач, слика 9.15. Данас постоје различите изведбе осигурача, али свима је заједнички принцип рада, 9.15. У осигурачу се налази метални елемент одговарајућег пречника, који може да пропусти струју интензитета коју је предвидео произвођач трактора. При кратком споју кроз осигурач протекне струја великог интензитета, што доводи до загревања и топљења металног елемента.



Слика 9.15. Кутија с осигурачима

У електричну инсталацију је уграђен велики број уређаја за укључивање, прекидање и развођење струје, а то су прекидачи, уклопке и разводне кутије.

Прекидачи. Кроз прекидач пролази само један вод, па он има само два прикључка. Помоћу прекидача може да се укључи и прекине струја. Постоје многа принципијелна решења прекидача, сика 9.16.



Слика 9.16. Главни прекидач електричног система

Уклопке. У уклопку улази три или више проводника. Она разводи струју. У најједноставнијим решењима има три прикључка: кроз један улази струја, а на друга два одлази струја на две стране: у уклопку за светло и у уклопку за паљење. Уклопка за светло има још и посебан прекидач за паљење светла и посебну уклопку за даљинско и пригушено светло. Ово решење се данас мање користи. Више се уграђује комбинована уклопка за паљење и осветљење.

У „дневне“ потрошаче спадају: грејачи и стартер, сирена, показивач смера скретања, стоп-светло и др. Преко комбиноване уклопке упуту се струја до њихових посебних прекидача, односно уклопки. Остали потрошачи добијају струју непосредно из комбиноване уклопке.

Разводна кутија. У ову кутију улази више проводника преко којих се струја разводи, али нема прикључивања.

Пролазна кутија. Кроз њу пролазе само проводници; нема развођења. Утикач служи за растављиви прикључак контролне светиљке. Утикачка кутија је растављиви прикључак за два или више проводника (пример: кутија за прикључивање електричне инсталације приколице за главну инсталацију на трактору).

9.3. ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОНИКЕ НА ТРАКТОРИМА

Нагли развој електронике у последњој деценији прошлог и првој деценији овог века, као и снижавање цена електронских компонената убрзао је примену електронских система на тракторима. Као и у свакој другој области тако је и у области пољопривредних трактора и мобилних система примена електронских система довела и до интензивног развоја истих.

9.3.1. Основне електронске компоненте

Основне електронске компоненте су диоде, кондензатори и транзистори.

Диоде су полупроводнички уређаји са две електроде. Њихова главна улога јесте да пропуштају струју само у једном смеру. Рад диода може да се пореди са радом једносмерних вентила. Симбол диоде приказан је на слици 9.17.



Слика 9.17. Симбол диоде

Поред диода са једноставним функционисањем, постоје диоде чији рад може да се пореди са радом сигурносних вентила, затим са радом осигурача, док LED диоде могу да емитују светлост, што је раније описано. Симбол LED диоде приказан је на слици 9.18.



Слика 9.18. Симбол LED диоде

Кондензатори су уређаји који служе за складиштење мале количине електричне енергије. У принципу састоје се од два слоја сребра, између којих се налази изолатор од полиестера, који су заједно умотани и заштићени пластичним омотачем. Уместо полиестера може да се користи и алуминијум-оксид, који омогућава кондензатору да ради као диода. Симбол кондензатора дат је на слици 9.19.



Слика 9.19. Симбол кондензатора

Транзистори су танки прекидачи, који се користе у електричним колима која захтевају даљинско искључивање. Када струја протиче кроз „базу“ транзистор је укључен и дозвољава струји да тече од „колектора“ на „емитер“, слика 9.20. Ако се заустави доток струје на „базу“, транзистор се искључује и због тога прекида се и ток струје са „колектора“ на „емитер“.



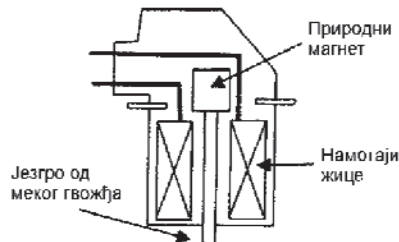
Слика 9.20. Симбол транзистора

9.3.2. Сензор брзине

За одређивање брзине обртања користе се индуктивни и сензори са Хол (Hall) ефектом.

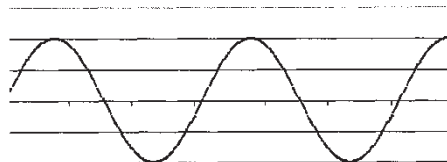
Индуктивни тип сензора

Индуктивни сензор за свој рад користи стални магнет и намотај, слика 9.21. Кад год зуб зупчаника или неки други метални објекат прође испред сензора, генерише се напон у намотајима жице, који у времену има облик таласа. Ови сензори се лако препознају зато што имају два проводника.



Слика 9.21. Структура индуктивног сензора

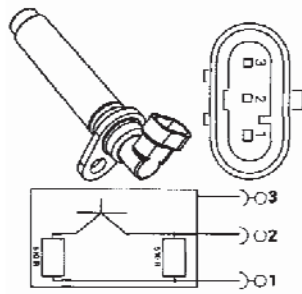
Индуктовани напон у облику таласа може лако да се види на осцилоскопу, слика 9.22.



Слика 9.22. Индуковани напон на осцилоскопу

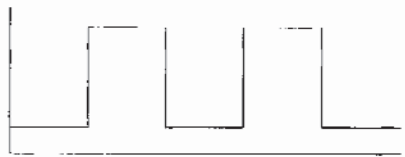
Сензор са Хол (Hall) ефектом

Сензор са Хол ефектом садржи Хол чип, који када се изложи магнетном пољу укључује или искључује. У модерним сензорима са Хол ефектом природни магнет је постављен у сензору. Када зуб зупчаника или други метални објекат пролази испред сензора, магнетни флуks око чипа мења смер што изазива да чип промени стање, односно да се укључи или искључи. Због тога чип са Хол ефектом производи квадратне таласне сигнале, који имају стање „укључен“ (ON) или „искључен“ (OFF). Да би сензор са Хол ефектом радио мора да добије страни извор електричне енергије, па због тога ови сензори имају три пина: напајање, масу и сигнал, слика 9.23.



Слика 9.23. Структура сензора са хол ефектом

Квадратни таласни сигнали могу да се виде и на осцилоскопу, слика 9.24.



Слика 9.24. Квадратни таласни сигнали на осцилоскопу

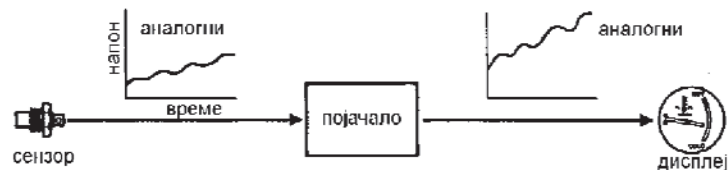
9.3.3. Поређење аналогних и дигиталних сигнала

На пољопривредним тракторима користе се два типа сигнала:

1. аналогни и
2. дигитални.

Аналогни сигнал се добија када се напон од сензора континуално мења у одређеном временском периоду. За објашњење може да послужи сензор температуре. Како варира температура у времену тако варира и напон. Индуковани напон користи се за померање казаљке на дисплеју. Овај напон може да се измери коришћењем мултиметра.

Индуковани напон од сензора представља аналогни сигнал, који се даље појачава у појачалу и на дисплеју приказује у облику закретања казаљке, слика 9.25, или стубића.



Слика 9.25. Аналогни сигнал

Дигиталне сигнале користе компјутери, помоћу којих може пуно информација да се пошаље или прими. Дигитални сигнал је електрични код који се састоји од "0" и "1" (OFF и ON), а који се зову Логични сигнал 0 и Логични сигнал 1. Овај код је познат и као бинарни код. Пре него што компјутери могу да читавају температуру, аналогни сигнал од сензора мора да се конвертује (претвори) у дигитални код, слика 9.26 и слика 9.27.



Слика 2.26. Дигитални сигнал

На пример, сваки 1 °C температуре представљен је различитим кодом. Овај код се састоји од серије нула „0“ и јединица „1“. Оваква информација може да се користи у било којем компјутеру. Супротно од аналогног сигнала, компјутер узоркује читавање температуре. На пример, за сваких 10 милисекунди обавља се снимање читавања. Што је брже читавање, биће и већи степен тачности. Компјутери такође контролишу излазне уређаје као што су соленоиди, слањем дигиталних сигнала са командом да ли да се отворе или затворе.

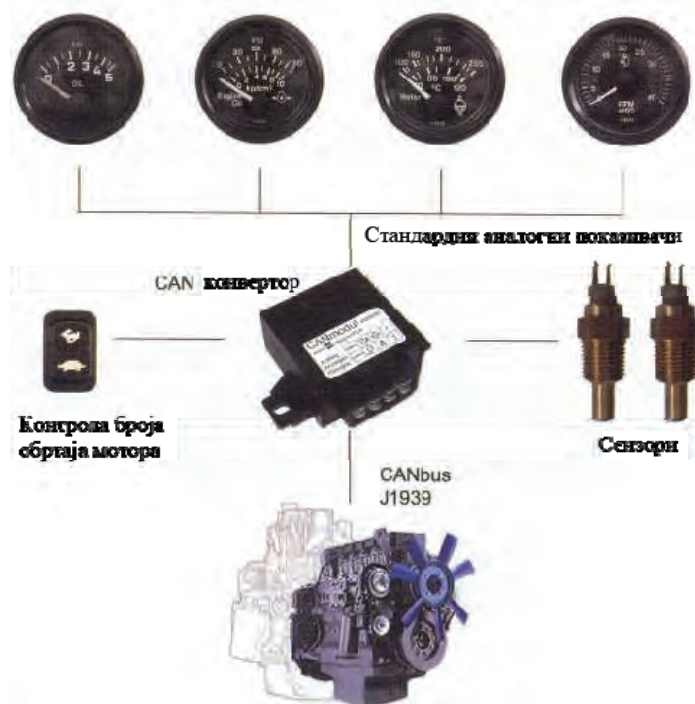
Пример:

Температура мотора	Аналогни сигнал	Дигитални сигнал - код
20 °C	= 2,2 V DC	= 00000111
100 °C	= 4,7 V DC	= 00110001

Дигитални напон не може да се измери коришћењем мултиметра, због тога што је напон висок када се преноси 1, а низак када се преноси 0. Овај напон варира неколико стотина пута у секунди, па не може да се измери на уобичајен начин.

Свака 0 или 1 назива се BIT (бит). Дигитални сигнал најчешће има 8 BITA и назива се BYTE (бајт). Да би се очитала температура 1 BYTE код шаље се ка компјутеру.

Брзина трансмисије сигнала је веома важна у дигиталном систему. Брзина код трактора према стандарду J1939 је 250 Kbita по секунди (250.000 бита у једној секунди). Ова брзина је такође позната и као BAUD брзина.



Слика 9.27. Претварање аналогних сигнала у дигиталне и обрнуто

9.3.4. Модулација ширине пулса – PWM „палс вид модјулеишн“ (*Pulse Width Modulation*)

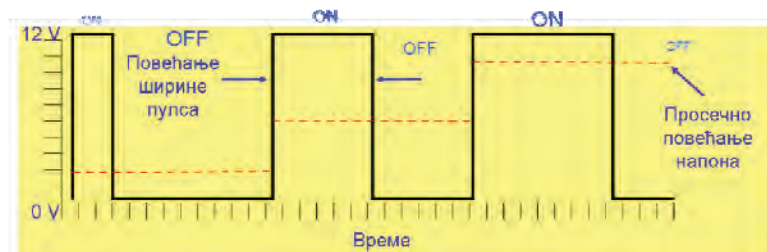
На већини савремених трактора постоје системи који су електронски контролисани и хидраулички управљиви. Међу те системе спадају трансмисија и хидраулички систем. При активирању појединих компоненти под дејством уља под притиском у овим системима јавили би се удари, који би оштетили елементе управљачког и управљаног система. На старијим генерацијама трактора ублажавање удара обављали су акумулатори са мембраном и азотом. Међутим, дигитализација управљачких сигнала и примена информатичких софтвера, омогућила је

модулацију ширине пулса, односно модулацију ширине сигнала. Модулација значи управљање ширином пулса како би се добило жељено кретање соленоидних вентила у трансмисији и хидрауличком систему. Соленоидни вентили могу да буду „ON“ и „OFF“ или пропорционални вентили. Модулација ширине пулса обавља се код пропорционалних вентила. У трансмисији модулација ширине пулса треба да омогући „меко“ укључивање одређене уљне ламеласте спојнице, при чему се као критеријум узима број обртаја и оптерећеност трансмисије. Код хидрауличког система пропорционални вентили користе се за управљање разводним вентилом, који пропушта уље ка доњим полугама или спољним изводима хидраулике. Код пропорционалних вентила померање соленоида пропорционално је напону или јачини струје која долази на соленоидни вентил. Модулација ширине пулса напона приказана је на сликама 9.28, 9.29, 9.30 и 9.31, где се напон укључује „ON“ и искључује „OFF“. На слици 9.28 приказано је стање када је вентил искључен. Иако је вентил „искључен“ на њему постоји напон чија просечна вредност износи 1,2 V једносмерне струје. Од укупне ширине пулса напона на располагању је само 10%, што је недовољно да се покрене соленоидни пропорционални вентил.



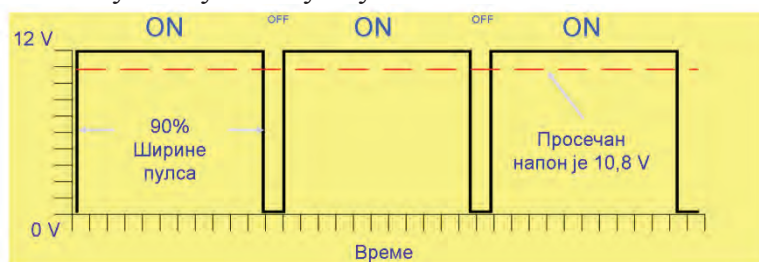
Слика 9.28. Соленоидни пропорционални вентил је искључен „OFF“

Када се активира командна ручица сигнал се шаље електронској управљачкој јединици која дигитализује сигнале, при чему расте ширина пулса. На слици 9.29 види се да се постепено повећава ширина пулса, односно обавља се модулација ширине пулса према потреби. Такође, увећава се и просечна величина напона.



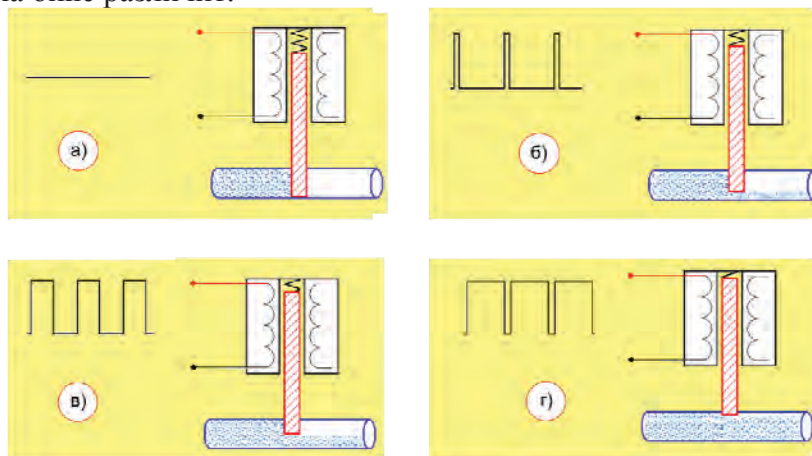
Слика 9.29. Укључење соленоидног пропорционалног вентила је у току.

Када је пропорционални соленоидни вентил у потпуности активиран ширина пулса је 90%, а просечна величина напона 10,8 волти једносмерне струје, слика 9.30. Тада је соленоидни вентил у потпуности укључен



Слика 9.30. Соленоидни пропорционални вентил је укључен „ON“

На слици 9.31 приказане су различите потребе за ширином пулса, као и начин на који је модулација урађена. Слика 2.52а приказује стање када је пропорционални вентил искључен и нема протока ка потрошачима. Сlike 2.52б и 2.52в приказују процес модулације и делимичну отвореност протока, док слика 2.52г приказује када је максимална ширина пулса. При максималној ширини пулса, пропорционални вентил до краја је отворен и остварује се максималан проток ка потрошачима. У зависности од ширине пулса, самим тим и средњег напона, проток уља ка потрошачима биће различит.



Слика 9.31. Приказ рада соленоидног вентила при генерисању различитих ширина пулса

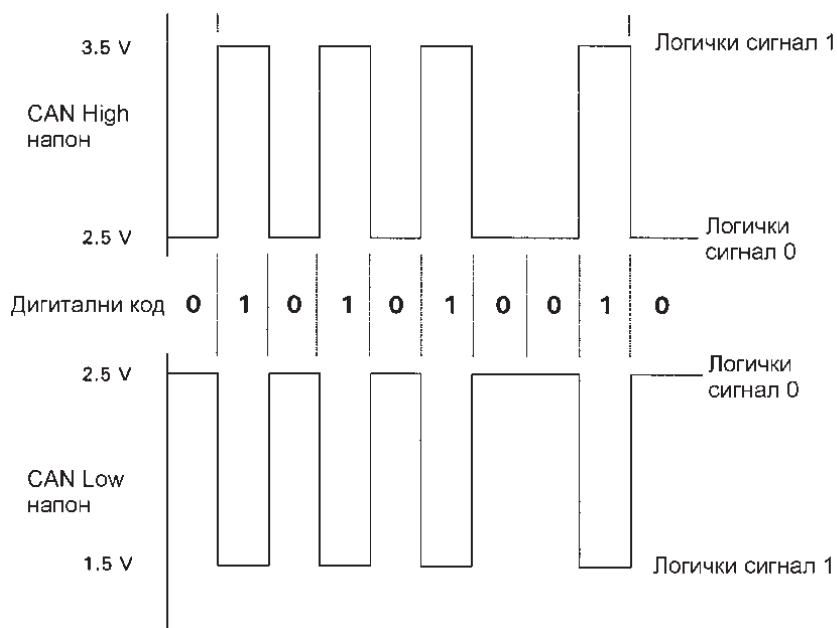
9.3.5. CAN Bus

CAN Bus „контролер ериа нетворк“ (*Controller Area Network*) је магистрала кроз коју се обавља пренос дигитализованих сигнала. Састоји се од два проводника, слика 9.32:

- CAN High „хај“ за високи напон и
- CAN Low „лоу“ за ниски напон.

Ови проводници пружају се између сваког ECU и преносе им дигиталне сигнале да ли могу да шаљу или примају информације. CAN високи и CAN ниски напон преносе те дигиталне сигнале.

Када се преноси логички сигнал 0 (OFF), CAN High и CAN Low имају исту вредност напона од 2,5 V. Када се преноси логички сигнал 1 (ON) у CAN High подиже се на напон од 3,5 V, док у CAN Low спушта се напон на 1,5 V. Електронска управљачка јединица види разлику од 2 V између два проводника и рачуна га као логички сигнал 1. Ако постоји било какав проблем са нивом напона у CAN High и CAN Low, тренутна порука ће бити уништена и формира се нова порука. Ове промене у напону дешавају се неколико пута у секунди. Важно је напоменути да уколико у CAN систему постоји неки већи отпор, због корозије на конекторима и слично, напон добијен од компјутера биће недовољан, што ће изазвати прекидање поруке. Зато конектори морају да буду чисти. Једини начин да се тестира CAN систем је да се сваки проводник посебно провери.



Слика 9.32. Приказ вредности напона у CAN Бус мрежи

Структура поруке дата је у следећим блоковима:

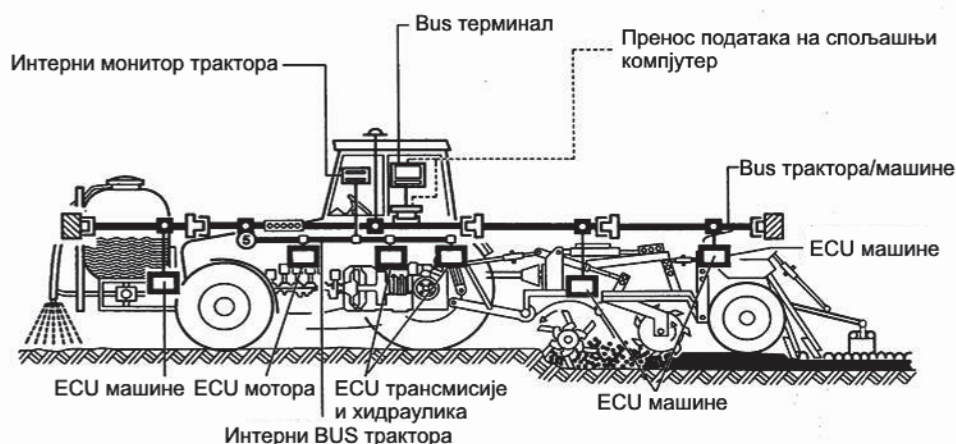
- **Приоритет** - Овај блок даје ниво приоритета свакој поруци. Уколико истовремено два компјутера пошаљу сигнал, порука са вишим нивоом приоритета ће победити и имати контролу над CAN Bus-ом.
- **Адреса** - пресудно поље - Сваки компјутер има различиту адресу. Као и у пошти, порука се шаље од компјутера који је адресиран. Када компјутер који прима поруку види поруку да је адресирана на њега он је прихвата.
- **Подаци** – поље података - Подаци представљају садржај поруке. Они садрже информацију о брзини, захтев за паљењем/гашењем соленоида, захтев о потреби приказа на дисплеју...
- **Провера поруке** – CRC - Ово је пут којим компјутер који прима поруку провери да ли је пристигла порука иста као и она што је послата. Уколико то није испуњено ова порука се брише и шаље се нова.
- **Потврда** – АСК - Овим путем компјутер јавља пошиљаоцу да је примио поруку.

Веома је битно да везе и спојеве проводника буду у чистом и исправном стању да не би дошло до промена сигнала, што може да проузрокује деформације у контроли. Коришћењем CAN Bus магистрале добијена је могућност међусобне комуникације између појединих електронских управљачких јединица, као и на управљање и контролисање по приоритету, што је од пресудне важности. Стандардом SAE J1939 дефинисано је како треба да изгледа CAN Bus магистрала, која повезује електронске управљачке јединице трактора.

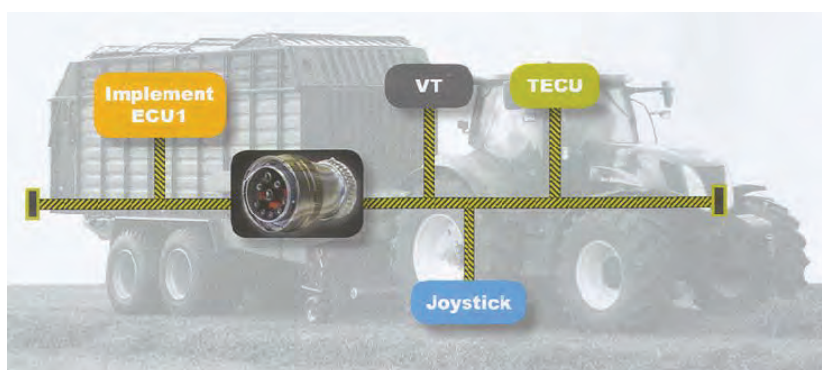
Поред повезивања управљачких јединица трактора, развој иде и на повезивање електронских управљачких јединица трактора с електронским управљачким јединицама машине, слике 9.33 и 9.34. Циљ повезивања јесте да се елиминишу терминали прикључних машина из кабина трактора, а да се приказ, контрола и управљање обави преко терминала (монитора –дисплеја) трактора. Да би ово повезивање било универзално 2002. године донесен је међународни стандард ISO 11783, који дефинише магистралу CAN Bus и везе, односно утичнице за повезивање

CAN Bus машина и трактора, које су сличне утичницима за светлосну сигнализацију, 9.35. Стандард прописује терминологију, физичке компоненте и остале детаље, који омогућавају успостављање стандардне везе између електронских управљачких јединица трактора и машине. Трактор и даље има сопствени (интерни) CAN Bus дефинисан према стандарду SAE J1939, док му је додат C Bus за прикључење са машином, дефинисан стандардном ISO 11783. Обе магистрале се у великом делу преклапају, али постоје и мање разлике. Посредством CAN ISOBus терминала руковалац може да задаје одређене параметре, прати их и њима управља у току рада. Такође, дата је и могућност преноса података и на спољашњи компјутер, који може да служи у сврхе дијагностике трактора или формирања датотека о раду у пољу.

Преко CAN ISOBus могуће је повезивање електронских управљачких јединица трактора с уређајима за навођење трактора преко DGPS-а.



Слика 9.33. Шема повезивања трактора и машине, ради остварења контроле и управљања



Слика 9.34. Шема повезивања трактора и машине, ради остварења контроле и управљања

Коришћењем стандардне утичнице за CAN ISOBus из употребе се избацују велики број различитих утичница, које компликују управљање радом прикључних машина, пошто се користи стандардна утичница за тракторе и прикључне машине, 9.35.



Слика 9.35. Утичнице за повезивање трактора и прикључних машина и CAN ISOBus утичница

На слици 9.36 приказани су Bus терминали (монитори) различитих произвођача трактора и опреме. На свим терминалима приказана је преса за рол бале и могућности за њено подешавање.

- CNH
- Challenger
- Müller-Elektronik/Dammann
- Fendt
- John Deere
- Massey Ferguson



Слика 9.36. BUS терминали

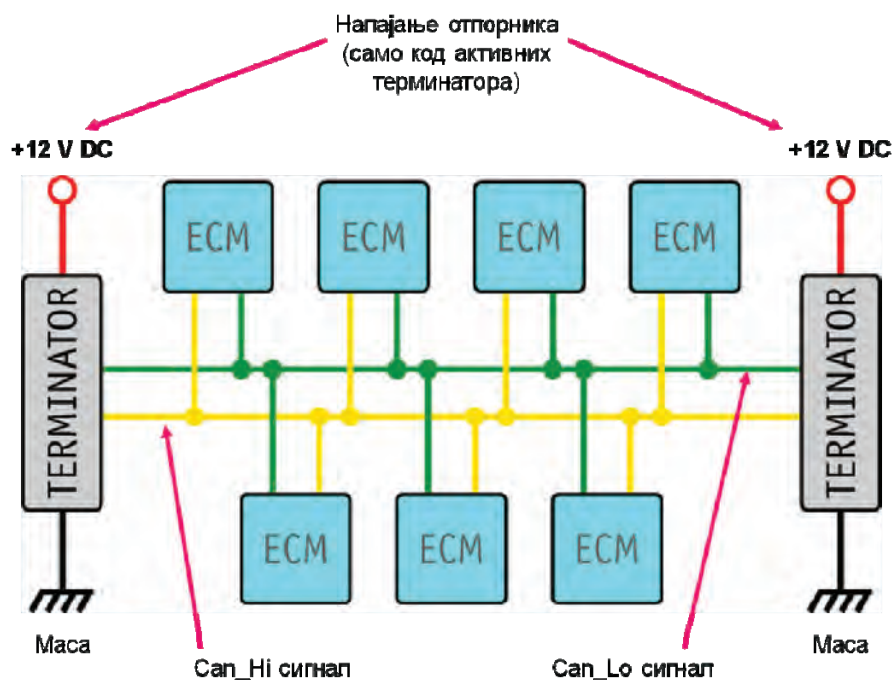
На сликама 9.37 и 9.38 приказана је CAN Bus систем и компоненте које су повезане у ту мрежу на тракторима „кејс“, серије „магнум“. CAN Bus систем састоји се од четири различита CAN система:

1. CAN 1 - главни CAN за велики број функција, контрола и надгледања трактора;
2. CAN 2 - CAN намењен за електронску контролу хидрауличног система (EHR) и аутоматско навођење (Auto guidance) и надгледање;
3. DENOX CAN - CAN намењен да се користи само за NO_x сензор и
4. ISO 11783 - намењен за електронску управљачку јединицу трактора (Tractor Electronic Control Unit - TECU) и прикључну машину.

Рад CAN Bus система

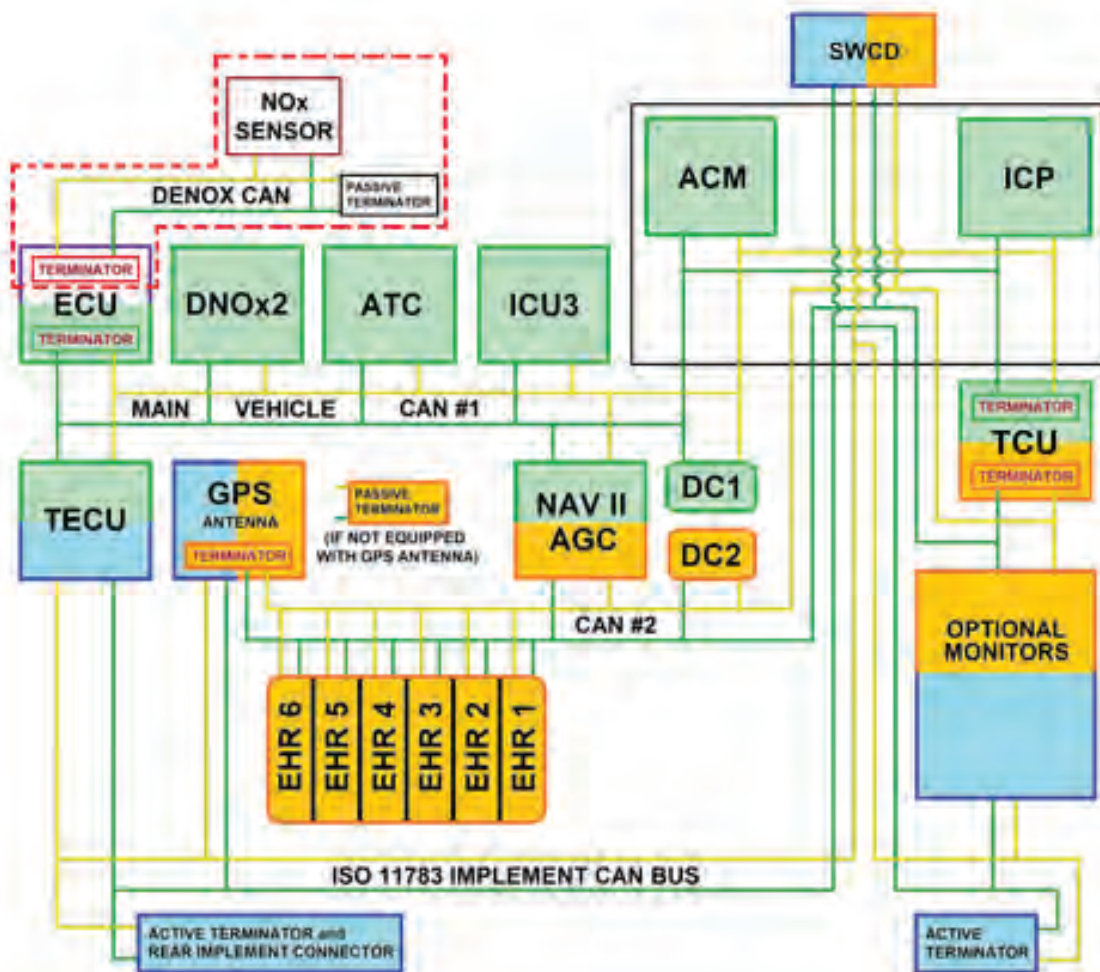
Постављањем кључа за стартовање у положају ON, почиње иницијално напајање мреже, свака електронска управљачка јединица шаље поруку да је присутна и чека поруке од других електронских управљачких јединица који су у мрежи. Након ових почетних порука, сваки ECU шаље поруке по потреби. Фреквенција ових порука заснована је на софтверском програмирању, при чему се порука вишег приоритета шаљу чешће, него поруке нижег приоритета. Уколико ECU не шаље никакву управљачку поруку у периоду дужем од пет секунди, онда шаље само поруку да је и даље присутан у мрежи. Овај принцип је примењен да би се пратио њихов статус у мрежи. Уколико ECU не пошаље никакву поруку дуже од пер секунди, онда ће

остали ECU генерисати аларм поруку са назнаком да је један ECU изван мреже. Ради смањења грешака читавања, смањења дужине каблова и места спајања већина сензора постављена су поред њихових ECU. Аналогни сигнали добијен на сензору шаље се ECU, где се претвара у дигитални и шаље даље у мрежу. Улога терминатора на крајевима мреже јесте да сакупљају напонске сигнале, односно поруке, и да одржавају константно напон у мрежи од 2,5 V. Систем може минимално да преноси 1.562 порука у секунди. Као што је раније напоменуто CAN Bus има два проводника. CAN High је жуте, а CAN Low проводник зелене боје, који су умотани.



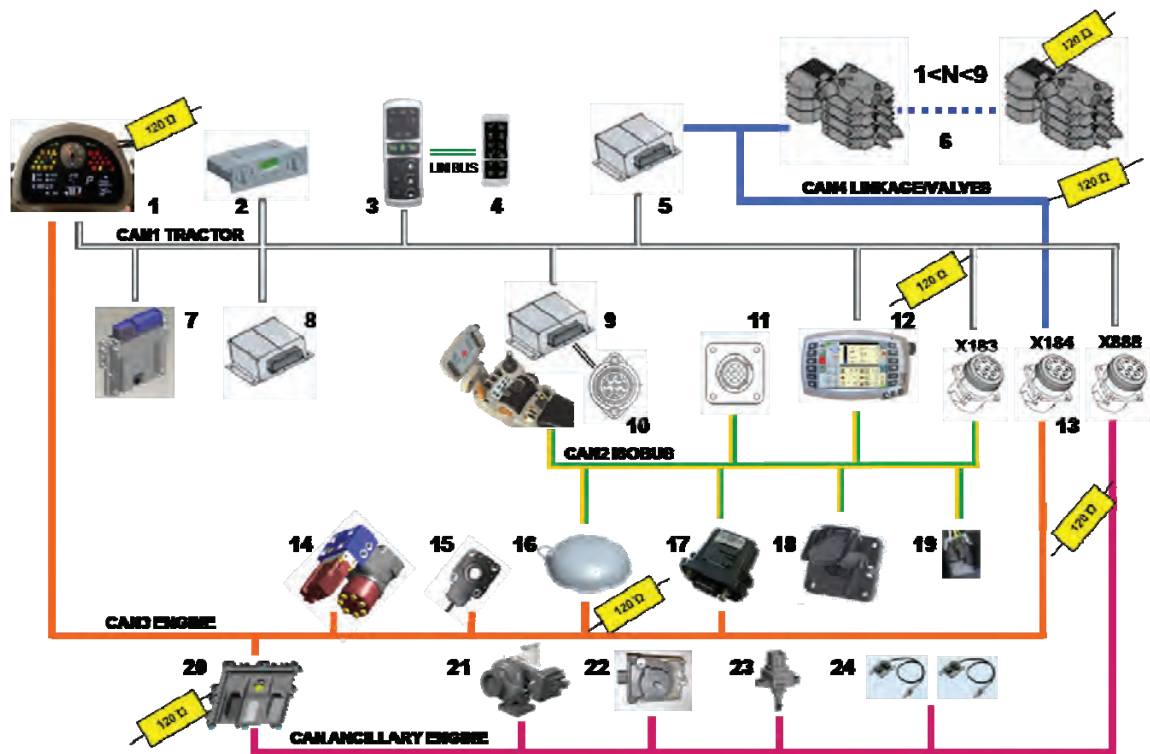
Слика 9.37. „кејс“ CAN Bus паралелна мрежа

На неким производима користе се у четири проводника. Један додатни служи да обезбеди напон од 12 волти и црвене боје, а други је маса и црне је боје. Овај додатни напон додатно штити мрежу од спољашњих сигнала, мада и два умотана проводника остварују ефикасност од 99,2% у односу на варијанту са четири проводника.



Слика 9.38. CAN Bus систем и компоненте на тракторима „кејс“, серије „магнум“

На слици 9.39 приказана је CAN Bus мрежа и компоненте које су повезане у ту мрежу на тракторима „масеј фергусон“, серије 8700.



Слика 9.39. CAN Bus мрежа и компоненте које су повезане у ту мрежу на тракторима „масеј фергусон“, серије 8700

9.3.6. LIN Bus мрежа

У касним 1990-им, формиран је конзорцијум LIN од произвођача аутомобила: BMW, Volkswagen & Audi Group, Volvo Cars и Mercedes-Benz, а техничку експертизу по питању мрежа и хардвера пружила је фирма „Volcano Automotive Group and Motorola“.

The Local Interconnect Network (LIN) bus је замишљен као стандард за јефтинију комуникацију између електронских компонента, односно за уређаје мањих перформанси, као што је управљање прозорима и контролерима седишта.

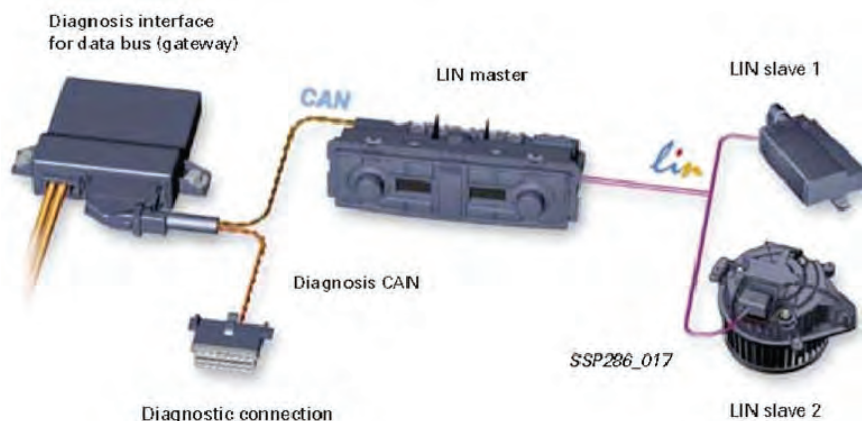
Модерне мреже у аутомобилској индустрији представљају комбинацију, табела 9.2:

- LIN - јефтинија мрежа за једноставније уређаје;
- CAN - главна мрежа за комуникацију у трансмисији и одређеним уређајима и
- FlexRay - комуникација синхронизованих података великих брзина у савременим системима.

Табела 9.2. Мреже, односно магистрале за комуникацију између електронских компонента,

Bus мрежа	LIN	CAN	FlexRay
Брзина	20 Kbit/s	250 Kbit/s	10 Mbit/s
Цена	€	€€	€€€
Број проводника	1	2	2-4
Примена	огледала, седишта, паметна сита	Трансмисија, ECU	Вожња <i>drive-by-wire</i> , активно вешање, адаптивни <i>cruise control</i>

Повезаности између CAN и LIN Bus мреже приказана је на слици 9.40.



Слика 9.40. CAN и LIN Bus мрежа

Спецификација LIN дефинисана је стандардом ISO 17987 Part 1-7.

9.3.7. Електронски уређаји на трактору

Примена електронских компоненти, информационе технологије и дигитализација сигнала допринели су развоју нових електронско-електричних уређаја. Командно управљачки уређаји, на савременим тракторима разликују се од оних који се примењују код трактора без електронике. На слици 9.41 приказане су команде и контроле на савременим тракторима, при чему се може видети да се посебна пажња посвећује ергономији и дизајну уређаја. Да би руковалацу управљање било што једноставније примењују се вишефункционалне ручице (џојстик) тако да руковалац са једном руком може да управља са више система трактора (трансмисијом, хидрауликом, итд.).



Слика 9.41. Командни уређаји код савремених трактора

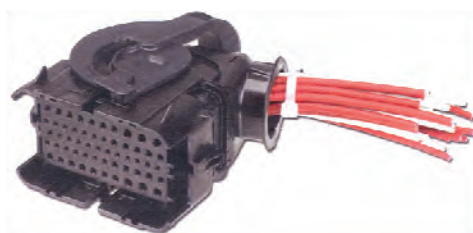
Поред команди, на тракторима користе се и остали електронски уређаји, а то су електромагнетни вентили, сензори, дисплеји (монитори), проводници и конектори за пренос дигиталних сигнала - CAN Bus и DGPS, пријемници и електронске управљачке јединице (ECU).

На савременим тракторима налази се велики број сензора, који се по начину рада разликују у зависности од параметра који прате, али њихова конструкција зависи и од произвођача сензора.

С обзиром на то да трактори као и остале машине у пољопривреди раде у веома неповољним климатским условима и изложени су влази током прања, посебна пажња посвећена је заштити електронских управљачких јединица, свих конектора и проводника. Раније је споменуто да рад CAN Bus-а веома зависи од стања прикључака, односно конектора. Због тога су све електронске управљачке јединице постављене у пластична или метална кућишта у које не може да продре вода, слика 9.42, а и конектори су тако изведени да су спојеви проводника и пинова максимално заштићени, слика 9.43. Око свих проводника постављена је пластична заштита, слика 9.44, која поред заштите од воде треба да заштити и од механичког оштећења. Посебан проблем представљају места промене правца проводника или присуство металних делова, који могу да их притисну, као што је нпр. поклопац мотора.



Слика 9.42. ECU јединица



Слика 9.43. Конектор са проводницима



Слика 9.44. Типичан део инсталације са различитим конекторима

9.4. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Које уређаје обухвата електрични систем трактора?
2. Навести електричне уређаје за возњу у јавном саобраћају.
3. Објаснити како функционише сијалица са два ужарена влакна.
4. Објаснити како функционише ксенонска сијалица.
5. Које су основне електронске компоненте?
6. Описати аналогне и дигиталне сигнале.
7. Шта је модулација ширине пулса и где се примењује?
8. Шта је CAN Bus и описати како функционише?
9. Шта је LIN Bus и описати како функционише?
10. Навести електронске уређаје на трактору.

10. КОНТРОЛНО УПРАВЉАЧКИ ЦЕНТАР

10.1. КАБИНА

Радно место човека у механизованој пољопривредној производњи лоцирано је претежно на трактору. Први трактори нису имали никакву опрему која би штитила руковалаца од неповољних утицаја радне околине. Појавом тракторске кабине повећала се заштита тракториста од утицаја климатских чинилаца, као што су ветар и ниске температуре, а такође тракториста је заштићен и од прашине, издувних гасова мотора и разних испарења, која могу да се јаве при раду са трактором. Смањила се и могућност повреде руковалаца при неочекиваном превртању трактора. Развој савремених пољопривредних трактора одвија се у више праваца, а међу њима се посебно истичу безбедност и ергономија руковалаца. Ергономичност и безбедност престављају један од важних аспеката савремених пољопривредних трактора. Побољшање безбедности доприноси бољој заштити руковалаца на раду, али и у саобраћају на путевима. Када се говори о безбедности првенствено се мисли на чврстоћу кабине, која треба да је таква да при превртању заштити руковалаца од повређивања. Испитивања чврстоће кабине и других тзв. заштитних структура (рол барови, рамови) обављају се процедурама које дефинишу међународни ISO стандарди, OECD правилници и ЕЕС директиве Европске уније. Уколико кабина прође тест испитивања чврстоће добија назив Заштитна структура при превртању или ROPS „рол овер протектив стракчр“ (*Roll Over Protective Structure*). Сви произвођачи трактора данас настоје да уграђују испитане заштитне структуре (кабине, предњи и задњи рол бар, итд.) јер је то предуслов да би наступили на светско тржиште, а и да би себе заштитили у случају неких нежељених несрећа. Ергономски повољна изведба омогућава ефикасније коришћење трактора и повећање продуктивности рада. Добра ергономска изведба и велика безбедност при раду умногоме повећавају цену трактора. Због тога се поставља проблем како произвести трактор мале снаге, који је у основи јефтин, али га прекомерно не поскупети добром ергономском и безбедносном опремом. Када се говори о ергономији онда се мисли на ергономске карактеристике од значаја за радно оптерећење руковалаца и ергономске карактеристике од значаја за услове радне средине руковалаца. При конструисању нових кабина све више се пажња посвећује и дизајну, као и квалитету материјала од којих се прави ентеријер кабине, слика 10.1.



Слика 10.1. Унутрашњост једне савремене кабине

10.1.1. Ергономске карактеристике од значаја за радно оптерећење руковалаца

Основне ергономске карактеристике трактора од значаја за радно оптерећење руковалаца су:

1. удобност прилаза до возачког седишта,
2. погодност управљања трактором,
3. видљивост из трактора и
4. погодност руковања трактором.

10.1.1.1. Удобност прилаза до возачког седишта

Руковалац у току свог радног дана има, из разноразних разлога, честу потребу да силази и улази у трактор. Сваки улазак/силазак са трактора захтева одређени физички напор и одређено време. Због тога је потребно ергономски погодном изведбом прилаза до возачког седишта смањити радно оптерећење трактористе и уштедети у времену.

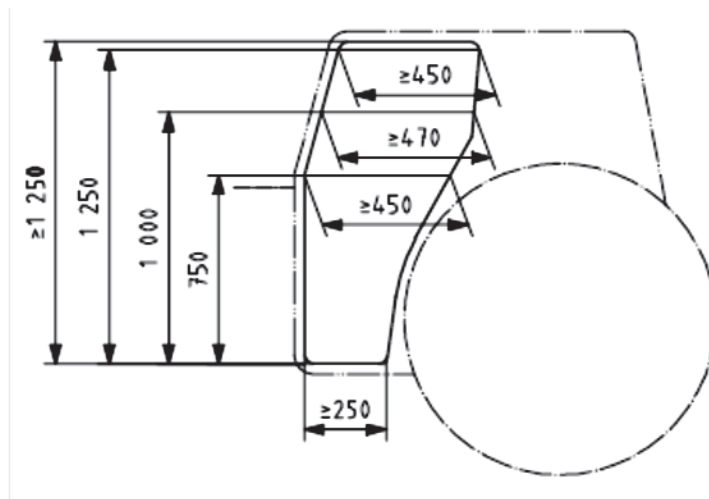
Удобност прилаза до возачког седишта може да се оцени на основу следећих показатеља:

1. висине на којој се налази возачко седиште,
2. изведбе прилазних степеница,
3. броја врата,
4. величине врата,
5. угла отварања врата,
6. дохвата кваке на вратима и
7. расположивиог простора за седење на седишту.

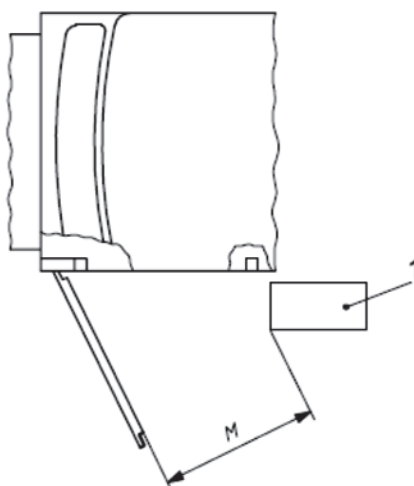
На сликама 10.2 и 10.3 дате су минималне димензије врата кабине које су дефинисане стандардом SRPS ISO 4252 (2014), Стандард SRPS ISO 4252

представља превод међународног стандарда ISO 4252:2007 с енглеског на српски језик, „интернешнл стандард организејшн“ (*International Standard Organization*).

Мере у милиметрима



Слика 10.2. Мере пролаза врата



Слика 10.3. Пример ограничења мера с отвореним вратима

На слици је:

- 1 точак или други део трактора
- M најмање мере према слици 1.

Морају постојати најмање два излаза у случају опасности, од којих сваки мора бити на различитој страни кабине: предња и задња страна и кров кабине се такође морају сматрати странама у ову сврху.

10.1.1.2. Погодност управљања трактором

Када је трактор у покрету, руковалац мора непрекидно да контролише његов правац кретања. Посебно су сложена маневрисања на заокретиштима или на другим

малим просторима. Радно оптерећење руковалаца при управљању трактором је двојако: физичко и интелектуално. Физичко оптерећење потиче од савладавања силе отпора на волану, а интелектуално од непрекидне концентрације и пажње. Због тога је потребно, да се с ергономског становишта, обезбеде повољне карактеристике управљаности трактора.

Погодност управљања трактором може да се оцени на бази два основна показатеља:

1. величине потребне ручне силе за окретање волана и
2. минималног пречника круга окретања трактора.

Хидростатички механизми управљања захтевају мале, а механички релативно велике силе за окретање волана. Други показатељ, минимални пречник круга окретања, указује на маневарска својства трактора. Што је тај пречник мањи, тиме су маневарска својства боља, а трактор је повољнији за управљање. Минимални пречник окретања на леву и десну страну није увек исти (разлике се крећу до 5%).

10.1.1.3. Видљивост из трактора

Приликом рада са трактором руковалац мора непрекидно да посматра релевантне зоне у својој околини. Те зоне се налазе испред, иза и бочно од трактора, а понекад и изнад трактора, слика 10.4.

Ове зоне треба да буду видљиве не само дању већ и ноћу, и не само у добрим, него и у лошим временским условима (нпр. киша). Недовољна видљивост додатно повећава психо-физичко оптерећење руковалаца и тако отежава његов рад. Због тога је обезбеђење добре видљивости из трактора веома важан ергономски захтев.

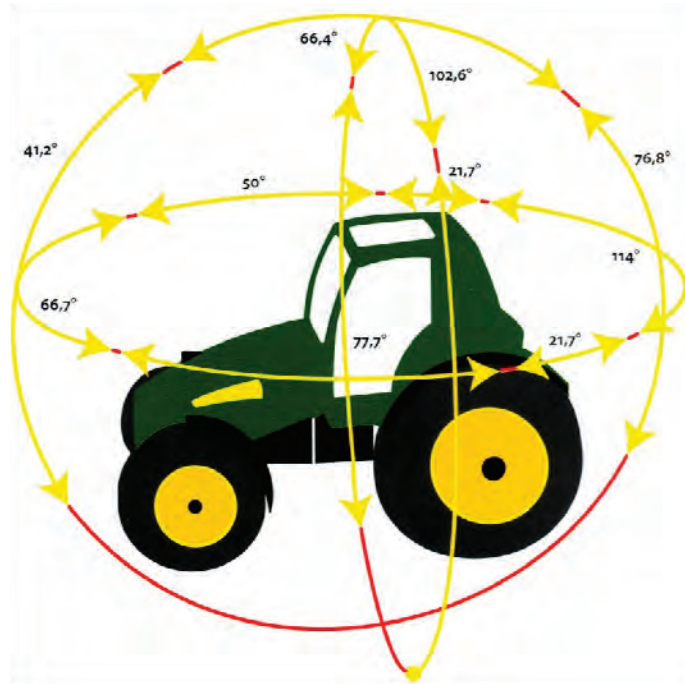
Видљивост из трактора зависи од распореда мртвих зона (зоне терена које нису видљиве са возачког места због непровидних делова трактора, као што су стубови кабине, блатобрани, итд.) и врсте уређаја и опреме за побољшање видљивости (светла, ретровизори, итд.)

Видљивост из трактора може да се оцени на основу следећих парцијалних показатеља:

1. процента застакљености кабине и распореда стакала,
2. конструктивне изведбе предњег дела трактора,
3. положаја издувног лонца (омета видљивост),
4. опреме и уређаја за побољшање видљивости из трактора (радна светла, брисачи стакала, итд.)

Сви трактори имају предње, задње и бочне прозоре на кабинџ. Врата су изведена са горњим и доњим стаклима у металном оквиру. Међутим, уочава се тенденција изведби врата из једне стаклене целине, без уочљивог металног оквира, што знатно повећава проценат застакљености кабине, а тиме и видљивост из трактора. Такође, код неких трактора се може уочити тенденција да се повећава видљивост нагоре (обликом кабине, застакљеним отворима на крову или покретним кровним поклопцима) како би се боље пратио рад са предњом утоварном руком. Тако се долази до појма “потпуно застакљене” кабине из које постоји изванредна видљивост напред, уназад, бочно и нагоре, слика 10.4. Ергономски посматрано, изразито савијен “нос” трактора омогућава најбољу могућу видљивост унапред, а раван или благо савијен “нос” лошију.

Издувни лонац омета видљивост из трактора, уколико је постављен у видном пољу возача. Ако је издувни лонац постављен поред левог или десног предњег стуба кабине, или испод трактора, тада се он налази у “мртвим зонама” видљивости, што је ергономски повољније.



Слика 10.4. Видљивост савремене кабине

10.1.1.4. Погодност руковања трактором

Значајан део радног оптерећења руковалаца потиче од руковања трактором приликом извођења радних операција. Руковање трактором обухвата: подешавање режима рада самог трактора (избор броја обртаја мотора, избор степена преноса, блокада диференцијала), подешавање режима рада прикључног вратила, подешавање режима рада предњег и задњег подизног механизма и подешавање режима рада прикључних машина. Током извођења радних операција често се јавља потреба за редефиницијом изабраних режима, а посебно на крајевима парцеле (увратинама). Осим тога, потребно је да се вредности појединих параметара рада непрекидно прате на индикаторима на инструмент табли. Резултати тестирања савремених пољопривредних трактора агрегатираним задњим и предњим прикључцима, ради извођења сетве, показују да на окретишту тракториста мора да изведе 18 покрета у процесу командовања.

Наведени подаци потврђују да је руковање савременим тракторима сложен посао и да му се мора, с аспекта ергономије, посветити посебна пажња. Погодност руковања трактором зависи од његове конструктивне изведбе и уграђене опреме.

Погодност руковања трактором може да се оцени на основу следећих показатеља:

1. дохватљивости и распореда ручних и ножних команди,
2. силе активирања команди,
3. начина активирања команди (механичко или електрохидраулично),
4. начина функционисања преносника снаге (са или без прекида снаге),
5. степена аутоматизације појединих система на трактору и
6. врсте, распореда и видљивости индикатора на командној табли.

Распоред ручних и ножних команди мора да буде тако изведен да су команде надокхват руку и ногу. Ручице команде трансмисије обично су смештене са десне стране седишта возача, а иза њих су полуге – ручице хидрауличног система и прикључног вратила. Команда за промену смера кретања – инверзора налази се са леве стране управљачког точка. Уочљив је тренд увођења мултифункционалних ручица – цојстика, чиме се смањује потребан број покрета руком. Ове

мултифункционалане ручице најчешће се користе за избор степена преноса у трансмисији, за рад са предњим и задњим хидрауличким подизним системом. Предност електрохидрауличких команди јесте што могу да се програмирају, тако да је омогућена примена разних система за аутоматско управљање, као што је систем управљања на увратинама. У оквиру овог система може да се програмира промена степена преноса, промена броја обртаја мотора, укључење/искључење прикључног вратила трактора, погона предњег моста, блокаде диференцијала, дизање/спуштање полуа предњег и задњег хидрауличког подизног уређаја и рад са спољним изводима хидрауличког система. Све дате димензије дефинисане су према стандарду SRPS ISO 4252 (2014), чији су делови доле приказани, слика 10.5.

Ножне команде код свих трактора су на поду, смештене испод управљачког точка и надхват стопала. Најмање мере слободног простора унутар кабине морају бити као што је предочено на слици 10.5. Те мере су дефинисане у односу на вертикалну референтну раван, која је генерално лонгитудинална (подужна) у односу на трактор и пролази кроз индексну тачку седишта (SIP) и центар точка управљача. Индексна тачка седишта (SIP) мора бити одређена у складу са ISO 5353. Ове мере су релевантне за тракторе са само једним местом или седиштем за руковалаца.

У сврху верификације седиште мора бити постављено у крајњи задњи подужни положај и у средњу тачку опсега подешавања по висини. Седиште које има систем ослањања - подесив или неподесив за тежину возача - мора бити постављено у средњи положај померања система ослањања

10.1.2. Ергономске карактеристике од значаја за услове радне средине руковалаца

10.1.2.1. Бука

Бука на радном месту руковалаца, односно унутрашња бука у кабини, има штетно дејство на човека. Она изазива замор уковалаца, што смањује његов радни учинак и повећава број грешака у извођењу радних операција, док дугорочно гледано, доводи до оштећења слуха. Због тога је потребно да се бука у кабини трактора сведе на што је могуће нижи ниво.

Механички таласи у било којој еластичној средини, које човечје ухо може да чује називају се звучни таласи или звук. Фреквенција звучног таласа је број осцилација у једној секунди, а јединица је херц (Hz). Током рада трактором уво трактористе изложено је буци у облику вибрација притиска ваздуха с одговарајућом фреквенцијом. Најмањи ниво притиска, који човечје уво може да осети је при 1.000 Hz и он се дефинише као нулти ниво притиска звука p_o , односно, праг чујности звука на фреквенцији 1.000 Hz:

$$p_o = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa} \quad (10.1)$$

Ако се измерени притисак означи са p , који представља средње квадратно одступање од аритметичке средине (RMS), ниво притиска звука, односно буке, израчунава се на следећи начин:

$$L = 20 \log \frac{p}{p_o} \text{ (dB)} \quad (10.2)$$

Пошто се мере само фреквенције, које су у области осетљивости уха, додаје се ознака А, тако да се измерене вредности исказују у dB(A). Ниво буке мери се одговарајућим букомерима према процедурама које описују европске директиве ЕЕС и ОЕCD правилници.

Данас се ниво буке у кабини трактора најчешће одређује на начин који је прописан ОЕCD-тестом и изражава се у јединицама dB(A). Обично се наводе два различита податка:

1. Ниво буке у јединицама dB(A), измерен при пуном гасу, оптерећеном мотору, затвореним прозорима и у оном степену преноса у којем се постиже брзина кретања најближа брзини од 7,5 km/h.
2. Ниво буке у јединицама dB(A), измерен при пуном гасу, оптерећеном мотору, затвореним прозорима и у оном степену преноса у којем је бука највећа.

Директивом Европске уније 77/311 ЕЕС прописана је горња дозвољена граница бучности у возилима на 90 dB(A). Вредности буке код савремених трактора су у дијапазону од 72-78 dB(A). Бука у трактору од 72 dB(A) одговара буци у савременим аутомобилима средње класе, који се крећу брзином од 100-120 km/h.

Ниво буке у кабини зависи од конструктивне изведбе трактора, његове опреме и од врсте прикључних оруђа и машина. Ниво буке у кабини зависи и од режима рада (нпр. број обртаја и оптерећења погонског мотора), од тога да ли су врата на кабини отворена или затворена, као и од заптивености кабине и њеног ослањања.

10.1.2.2. Механичке осцилације - вибрације

Механичке осцилација трактора, које се преко возачког седишта преносе на руковалаца, изазивају брзо замарање његовог организма, а на дужи рок гледано,

могу да изазову и различита обољења (у првом реду болести кичменог стуба – сколиозу и спондилозу). Због тога је потребно да се механичке осцилације возачког седишта смање на што је могуће нижи ниво. Побудни фактори буке и вибрација су:

- рад мотора и преносника у склопу трансмисије;
- резонанција у акустици;
- брзина кретања трактора;
- микропрофил пута и
- прикључне машине и комбајни.

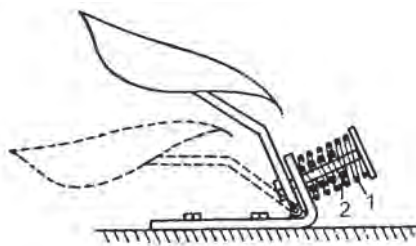
Главни параметри вибрација су фреквенција, амплитуда, брзина и убрзање.

Данас се ниво механичких осцилација возачког седишта најчешће изражава ефективним коригованим вертикалним убрзањем, које је дефинисано стандардом ISO 2631. Услови испитивања (опитна стаза, брзина кретања, итд.) као и сам метод испитивања, укључујући и карактеристике мерне опреме, дефинисани су стандардом ISO 5008.

Нажалост, вредности наведеног ефективног коригованог вертикалног убрзања возачког седишта трактора нису доступни широј стручној јавности. Због тога се користе индиректни показатељи који омогућавају међусобно упоређење различитих трактора у погледу нивоа механичких осцилација возачког седишта. У том смислу, погодност трактора у погледу механичких осцилација радног места може да се оцени на основу следећих показатеља:

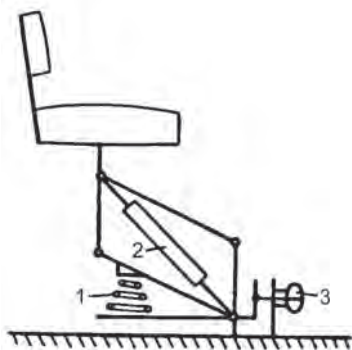
1. врсте огибљења возачког седишта,
2. врсте огибљења тракторске кабине и
3. врсте огибљења предње осовине трактора.

Приликом управљања трактором руковалац седи у седећем положају. Да би том приликом могао успешно да обавља све потребне радње, седиште мора да му пружи одговарајућу удобност. Седални део је тако профилисан да пружа бочну потпору телу, док наслони за руке омогућавају одмор када су руке слободне, док код савремених трактора наслон десне руке служи и као командна конзола. Огибљење возачког седишта је прва мера за смањење негативних вибрација. Код мањих трактора седиште је опремљено с еластичним опругама, док се код већих трактора користе пнеуматски и хидраулички амортизери. Основни задатак опруге седишта јесте да смањи вертикално убрзано померање тела, које настаје као последица наглог уздизања и спуштања трактора, приликом преласка преко неравнина. Због тога опруга мора да има што већу еластичност, али се у погледу еластичности не сме претеривати, јер би опруга у случају великих оптерећења долазила у крајњи положај и тако изазвала директне ударе. Једноставна седишта са једном опругом имају такву еластичност да ни при највећим напрезањима не може да дође у крајњи положај. Ово је њихов највећи недостатак, јер крутост опруге при већим вертикалним ударима, који изазивају серију мањих вибрација изазивају оптерећење трактористе. Проблем оптерећења, односно удара у крајњем положају решава се са две опруге различите еластичности, слика 10.6. Опруга са већом еластичношћу је дужа и амортизује почетне краткотрајне ударе (2). Краћа опруга (1) је мање еластична и она амортизује веће ударе у крајњем положају. У односу на седишта са једном опругом, боље се амортизују краткотрајна и оштра оптерећења.



Слика 10.6. Седиште са две опруге: 1. мека опруга; 2. тврда опруга

Иако опруге ублажавају директне ударе, оне након деловања силе настављају да титрају и акумулирану енергију ослобађају са још неколико слабијих удара. Овај проблем се решава уградњом амортизера у седиште (2), слика 10.7. Поред тога, све тачке седишта немају исту брзину, па возач у одређним приликама може да буде избачен из седишта. Да би се то спречило, седишта су опремљена паралелограмским механизмом (1). Овај механизам омогућава да се подизање и спуштање седишта обавља паралелно. Напрегнутост опруге (3) може да се регулише за различите руковаце и вожње по различитим теренима.



Слика 10.7. Седишта са паралелограмским механизмом: 1. опруга; 2. амортизер; 3. завртањ за регулацију сабијености опруге

Код савремених седишта уграђују се хидропнеуматски амортизери. Седиште „актив сит“ (*Active Seat*) смањује вертикалне вибрације за 90% у односу на класична седишта, слика 10.8. Седиште има девет могућности подешавања тако да може да се одабере идеалан положај за трактористу. У седишту се налазе два сензора: сензор за мерење убрзања вертикалних осцилација (1) и сензор положаја (4) седишта у односу на постоље везано за под кабине. Сензори дају информације електронској управљачкој јединици – ECU (5), за управљање седиштем. Електронска управљачка јединица управља електрохидрауличким разводником (6), који делује на реаговање хидропнеуматског система. Хидропнеуматски цилиндар (2) подиже или спушта седиште у супротном смеру од кретања седишта, па се тако пригушује осциловање тела трактористе. Брзина реаговања система је врло висока, двестотине пута у секунди примају се и обрађују подаци сензора и шаље сигнал на извршење.



Слика 10.8. Пресек седишта „актив сит“ (*Active Seat*): 1. сензор убрзања; 2. актуатор – хидропнеуматски цилиндар; 3. помоћни резервоар са ваздухом; 4. сензор положаја; 5. електронска управљачка јединица; 6. електрохидраулички разводник

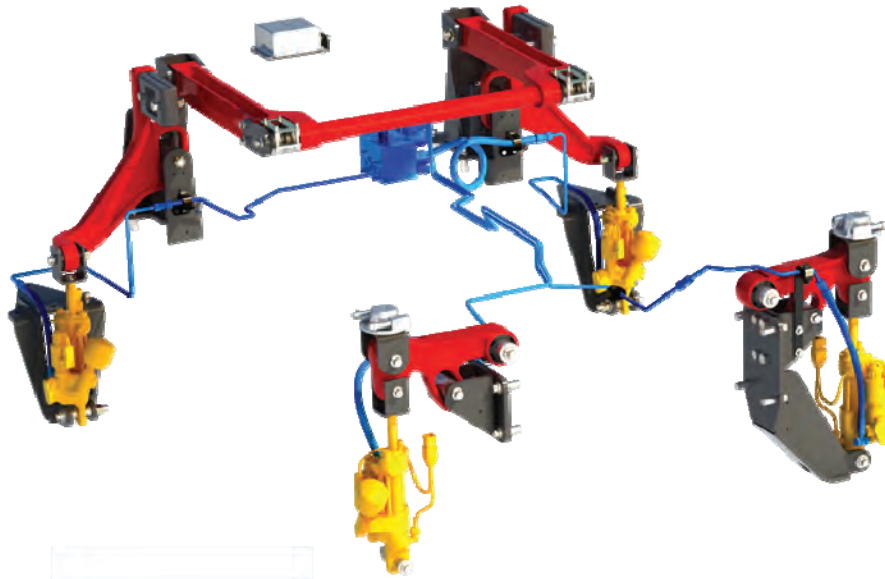
Код пољопривредних трактора са кабинама примењују се два начина везивања, односно ослањања кабине на шасију: механичко везивање помоћу четири еластична елемента и хидропнеуматско ослањање помоћу хидропнеуматских цилиндара. Механичко везивање, односно ослањање је једноставније техничко решење и представља јефтинију варијанту. Иако се значајно амортизују вибрације, део вибрација са шасије преноси се на кабину и трактористу. Хидропнеуматски систем ослањања, слика 10.9, представља једнокраку полугу, која је једним крајем ослоњена на два еластична елемента (1). Други крај полуге је преко хидрауличких или пнеуматских цилиндара (2) повезан за задњи мост трактора. Померањем клипа обавља се нивелација кабине. Систем је повезан са резервоарима, који су напуњени азотом. Захваљујући стишљивости азота, цео систем је еластичан и способан да пригушује осцилације.



Слика 10.9. Хидропнеуматски систем ослањања: 1. опруга; 2. хидраулички или пнеуматски цилиндар

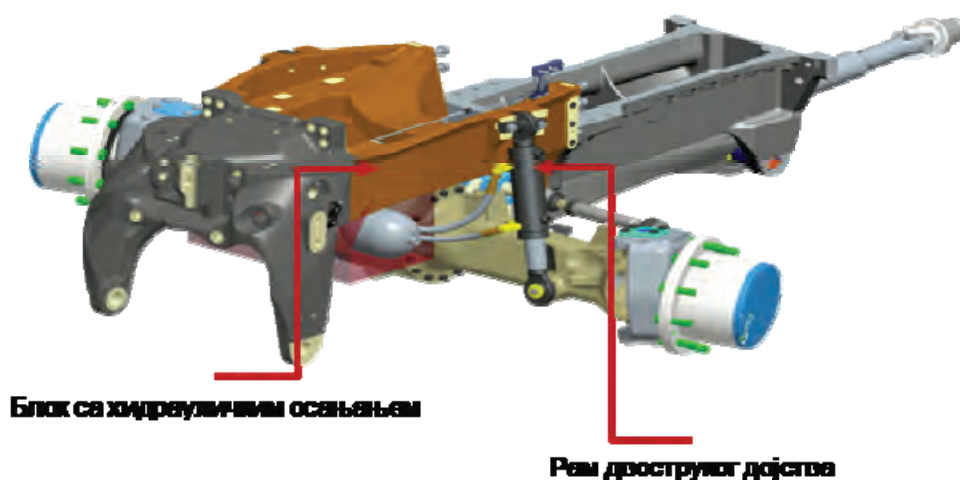
Најсавременији системи су полуатоматизовани. Систем ослањања кабине повезан је са системом ослањања седишта, тако да прати померање седишта и делује на кабину, како би се ублажиле вибрације самог седишта. Поред тога, системи са хидрауличким цилиндрима омогућују различит степен амортизације у зависности од услова вожње. Цилиндри су напуњени уљем у којем се налазе ситни метални

опиљци. Око уља постављени су калемови, који стварају јаче или слабије магнетно поље око уља, а самим тим мењају и вискозитет уља, односно интензитет амортизације вибрација. На слици 10.10 приказано је хидрауличко ослањање кабине на тракторима „масеј фергусон“, серије 8700.



Слика 10.10. Хидраулички систем ослањања кабине на тракторима „масеј фергусон“, серије 8700

За смањење вибрација и повећања брзине кретања и безбедности при вожњи произвођачи трактора нуде еластично ослањање предњег моста, слика 10.11. Вез између предњег моста и шасије трактора остварује се посредством хидрауличких цилиндара и азотних акумулатора.



Слика 10.11. Еластично ослањање предњег моста код трактора „масеј фергусон“, серије 7700

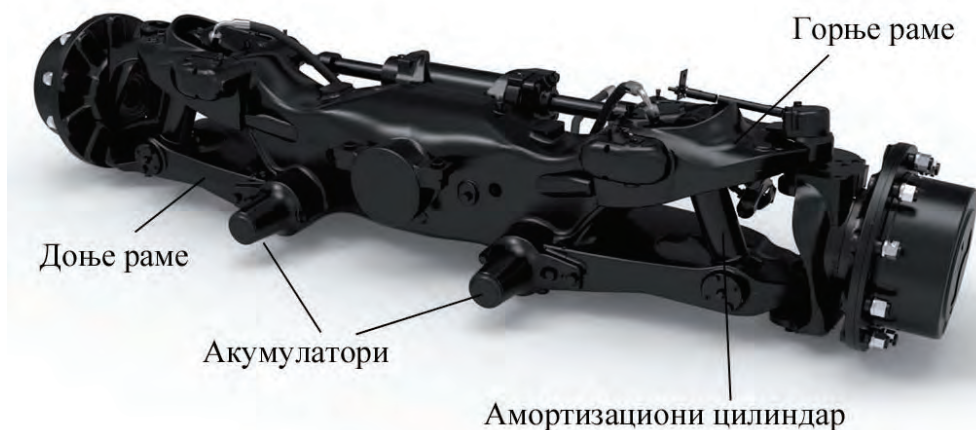
Као опција на савременим тракторима нуди се предњи мост са независним ослањањем предњих точкова, чиме се одржава једнак контакт оба точка на подлогу,

слика 10.12. На тај начин смањује се проклизавање точкова и повећава радна брзина и учинак при раду. Веза између точкова и мотора је паралелограмска, коју чине горња и доња контролна полуга, како би точкови увек били у вертикалном положају. Унутар паралелограма налази се хидраулички амортизациони цилиндар, преко којег се трактор наслања на предњи точак. Због промене висине точкова током кретања, мења се и дужина амортизационог цилиндра, како би притисак точка на подлогу увек био исти. Ударе, који се јављају у хидрауличком систему, амортизују акумулатори и одржавају константни притисак, а самим тим и константни притисак точкова на подлогу.



Слика 10.12. Независно ослањање предњег моста ILS систем „индпеднт линк суспеншн) (*Independent Link Suspension*)

На слици 10.13 приказано је независно ослањање предњих точкова моста код „зетор кристала“.



Слика 10.13. Независно вешање предњих точкова код трактора „зетор кристал“

10.1.2.3. Микроклима

Микроклиматски фактори у кабини трактора могу да имају штетно дејство на руковалаца. Превисоке или прениске температуре ваздуха у кабини, превелика влажност или брзина струјања ваздуха, загађеност ваздуха прашином и издувним гасовима погонског мотора ометају рад трактористе и угрожавају његово здравље. Због тога, стварању повољне микроклиме у кабини мора да се посвети посебна пажња.

У складу с тим, показатељи потенцијално погодне микроклиме и кабини су следећи:

1. начин вентилације кабине (природна, принудна),
2. начин заштите трактористе од аерозагађења,
3. начин нормализације хладне климе (грејање),
4. начин нормализације топле климе (хлађење) и
5. начин заштите трактористе од зрачења сунца.

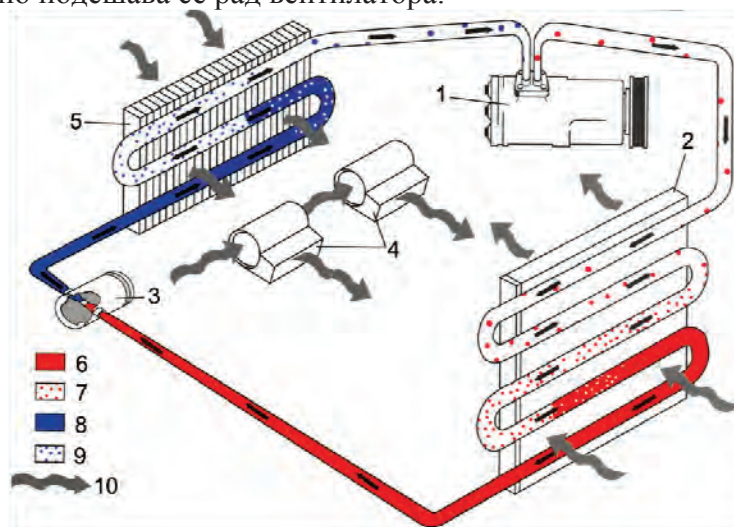
Код трактора најједноставнији начин вентилације се обезбеђује отварањем прозора, врата или крова кабине. Овакав начин вентилације није нарочито ефикасан, јер се поред хладног ваздуха у кабину убацује и прашина, која се ствара кретањем трактора при обављању агротехничких операција. Ефикаснија вентилација ваздуха остварује се помоћу вентилатора. Вентилатори имају задатак да у кабину убацују свеж ваздух на више места посредством усмеривача ваздушне струје. Интензитет ваздушне струје регулише се брзином вентилатора, која је степенасто одређена. Брзина не сме бити превелика, јер може да доведе и до последица по здравље трактористе. Да се у кабину не би убацивао ваздух са прашином и штетним гасовима, пре уласка у кабину ваздух се пречишћава помоћу пречистача са папирнатим улошком, слика 10.14. Да би се спречило аерозагађење, кабине морају да буду добро заптивене, тако да у њима влада натпритисак у односу на притисак околине. На тај начин спречава се улазак непречишћеног ваздуха у кабину. Уобичајене вредности натпритиска су од 0,2-0,3 бара. Место усисавања ваздуха из околине пажљиво се бира, да не би дошло до усисавања издувних гасова и прашине, која се налази око трактора. Систем за довод ваздуха може бити повезан и са системом за хлађење мотора, тако да у хладним условима преко размењивача топлоте може да се загрева ваздух, односно кабина или одмагле прозори.



Слика 10.14. Пречистач са папирнатим улошком

На тракторима све више се уграђује клима-уређај, ради нормализације климе у кабини, која може да хлади или загрева кабину. Шема рада клима-уређаја дата је на слици 10.15. Компресор (1) захвата гас, који не оштећује озонски омотач и потискује га у кондензатор (2). Због потискивања повећава се температура, јер је гас под притиском. Проласком кроз кондензатор на гас делује ваздушна струја вентилатора мотора, која га хлади, због чега се он кондензује и претвара у течност под високим притиском. Течност даље пролази до експанзионог вентила (3), где се смањује притисак и температура течности. Вентил има отвор променљивог пречника тако да увек може да се контролише притисак и течност која иде ка испаривачу (5). У испаривачу кондензат одузима топлоту од ваздуха вентилатора кабине, због чега се ваздух у кабини хлади, а кондензат испарава и као гас

потискује се и долази до компресора (1). Код најновијих уређаја омогућена је аутоматска контрола температуре у кабини, без обзира на стање околине. Осим контроле температуре, аутоматски се одмагљују стакла и подешава брзина струјања ваздуха, односно подешава се рад вентилатора.



Слика 10.15. Клима уређај: 1. компресор; 2. кондензатор; 3. експанзиони вентил; 4. вентилатори са променљивим бројем обртаја; 5. испаривач; 6. течност под притиском; 7. гас под притиском; 8. течност са сниженим притиском; 9. гас са сниженим притиском; 10. струја ваздуха у кабини

10.1.2.4. Радни простор и ентеријер

Недовољни радни простор у кабини трактора спутава радне покрете руковалаца, онемогућава заузимање повољног седећег радног положаја, отежава управљање и руковање трактором, а може да изазове и осећај тескобе. Све то значајно изазива замор трактористе и пад његовог радног учинка. Због тога је потребно, у границама могућег, обезбедити што већи радни простор и што пријатнији ентеријер у кабини трактора.

Оцена погодности радног простора и ентеријера у кабини трактора може да се обавља на основу следећих показатеља:

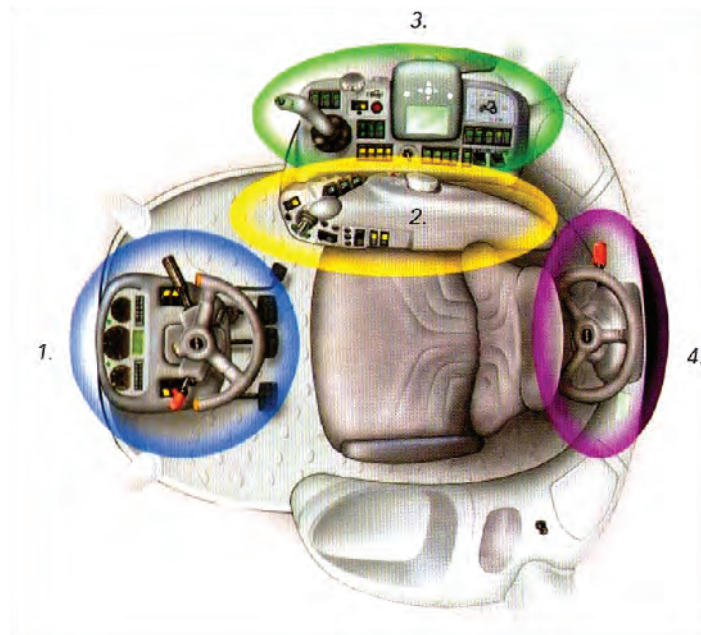
1. величине кабине,
2. статичког комфора седећег радног положаја и
3. опремљености ентеријера елементима комфора.

Величина кабина на савременим тракторима је довољно велика да омогућава слободан приступ седишту. Да би руковалац што лакше приступио седишту, управљачки точак може да се помера по висини, а ради лакшег руковања с њим често на располагању је и могућност подешавања управљачког точка по дубини, слика 10.16. Када се једном подеси, не постоји потреба за новим подешавањем.



Слика 10.16. Подешавање управљачког точка

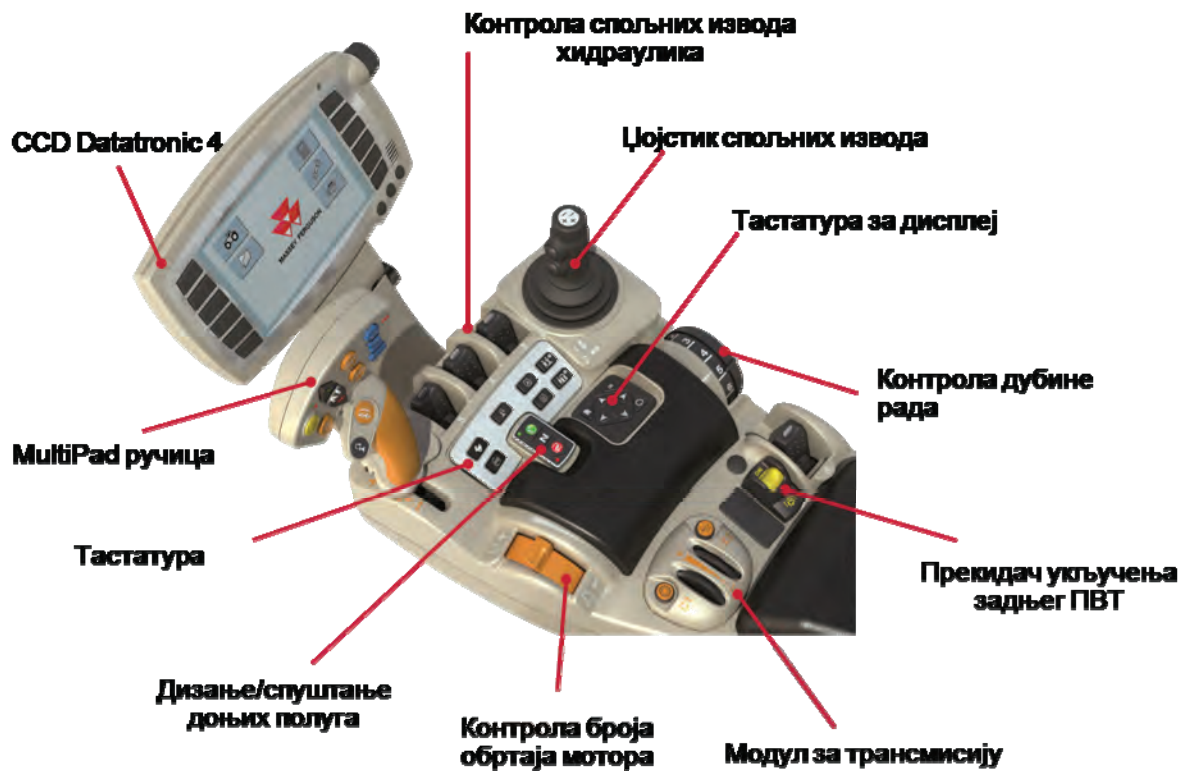
Као опција често се нуди и реверзибилан положај управљачког точка (4) и седишта, у случају да трактор треба да се агрегира са посебним прикључним машинама, слика 10.17. Димензије простора око седишта и контролно-управљачких уређаја су изнад минималних вредности прописаних стандардима. Распоред инструмената, команди и контрола је такав да доприноси функционалности, прегледности и безбедности. Развојем електронике, хидраулике, примене сензора и управљачких јединица унапређени су контролни инструменти и управљачки уређаји. Инструменти су дигитализовани и управљање се обавља преношењем електричне вредности проводником до извршиоца. То је знатно утицало на промену дизајна контролно-управљачких уређаја. Дигитализација инструмената омогућила је смањење димензија и постављање на повољнија места. Инструменти и контролно-управљачки уређаји постављају се око управљачког точка (1), на наслону седишта десне руке (2) и десној конзоли на блатобрану точка (3), слика 10.14. Око управљачког точка постављају се инструменти који информишу руковалаца о режиму рада мотора, брзини кретања тактора, броју обртаја мотора, стању појединих система, итд. На наслону седишта десне руке постављени су командно-управљачки уређаји који се интензивније користе, као што је мултифункционална ручица за управљање мењачем, доњим полугама предњег и задњег хидрауличног подизног уређаја и спољњим изводима хидрауличног система, док се на десној конзоли постављају инструменти, дисплеји и контролно-управљачки уређаји, који се са мањим интензитетом користе.



Слика 10.17. Распоред команди и инструмената на тракторима „валтра“ (Valtra): 1. инструменти и команде око управљачког точка; 2. команде и контроле на наслону десне руке; 3. команде и контроле на десној конзоли; 4. реверзибилан положај управљачког точка

За повећање комфора у кабини руковалацу су на располагању и кутије и преграде за смештај документације, мобилног телефона, преносног рачунара, пића и хране. Као додатна опрема трактори могу бити опремљени с аудио уређајима, па чак и видео уређајима, као што су DVD плејер и телевизор.

На слици 10.18 дате су команде на наслону седишта десне руке код трактора „масеј фергусон“, серије 8700.



Слика 10.18. Командна конзола код трактора „масеј фергусон“, серије 8700

10.2. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Која је улога уређаја за вучу?
2. Како функционише аутоматска кука код трактора ИМТ 539?
3. Навести које се потезнице користе код двоосовинских приколица.
4. Који је задатак прикључног вратила трактора?
5. Како може да буде изведен погон прикључног вратила?
6. Који је задатак ременице?
7. Који задатак има кабина?
8. Које су ергономске карактеристике од значаја за радно оптерећење руковалаца? Описати их.
9. Које су ергономске карактеристике од значаја за услове радне средине руковалаца?
10. Како функционише клима-уређај?

11. ТЕНДЕНЦИЈЕ У РАЗВОЈУ ТРАКТОРА

У првој декади овог века дошло је до интензивног развоја пољопривредних трактора и мобилних система. Највећи допринос пружила је нова научна дисциплина која се зове мехатроника. Под мехатроником подразумева се ново интердисциплинарно подручје, које се заснива на класичном машинству и електротехници, као и аутоматизацији и информатици. Настала је као резултат напретка технике у којој нема више оштрих граница појединих стручних подручја. Синергија, односно повезаност механике, хидраулике, електронике, аутоматике и информатике назива се мехатроника, слика 11.1.



Слика 11.1. Мехатроника

Ради побољшања ергономских карактеристика, повећања безбедности, очувања животне околине и повећања енергетске ефикасности развој трактора и мобилних система иде у смеру примене:

- мотора који задовољавају стандарде о емисији издувних гасова Stage IV, а предвиђа се да ће се увести и стандарди Stage V,
- техничких решења за смањење потрошње горива – CO₂, као што су електрификација погона, примена биогаса, горивих ћелија,
- трансмисија са континуалном променом степена преноса “CVT” и на нижим категоријама и интелигентних роботизованих мењача,
- управљање точковима без механичке или хидрауличке везе између управљачког точка и точка позната као ”управљање жицом” Steer by Wire”,
- аутоматских система кочења – ABS,
- регулације притиска у пнеуматичима на стандардним тракторима,
- еластичног ослањања предњег моста, независног вешања точкава и интегралног система ослањања,
- аутоматизације уређаја за прикључење машина,

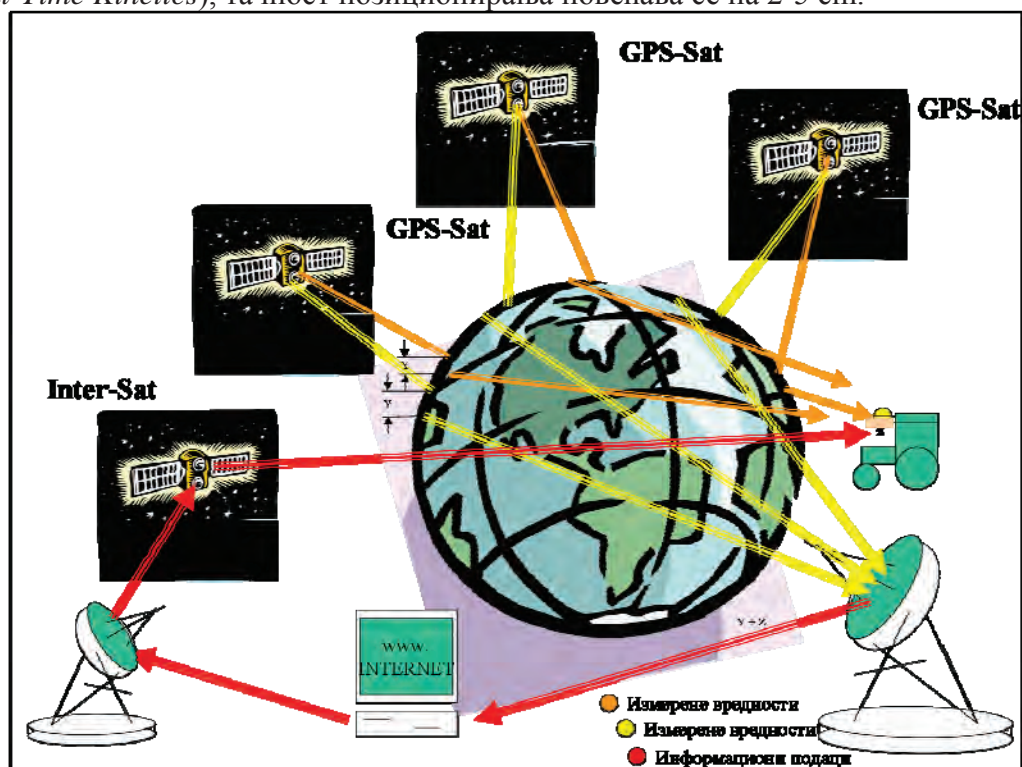
- ISO BUS стандарда за повезивање трактора и прикључних машина (ISO 11783),
- система за аутоматизацију рада трактора и прикључних машина, где машина управља трактором, аутоматско подешавање машина и аутоматска калибрација,
- пнеуматика са ниским притиском и гумених гусеница,
- прецизне пољопривреде и
- роботизованих машина.

Ради олакшања рада руковалацу, повећања квалитета рада и смањења трошкова производње на тракторима примењују се разни контролно-управљачки системи. Електронско контролисање и хидрауличко управљање повећало је расположивост свих система, односно повећане су могућности за регулисање и рад с оруђем. Управљање и контрола остварује се применом рачунара, извршних органа - актуатора и сензора, који шаљу различите информације неопходне за правилно функционисање система. Поједини контролно-управљачки системи управљају само једним системом трактора, као што је систем за управљање трансмисијом, који омогућава аутоматску промену степена преноса или, на пример, систем за програмирање протока уља код спољних извода. Поред ових, постоје контролно-управљачки системи који интегришу и управљају са већим бројем склопова и система, као што су системи за управљање машинама и трактором на увратинама „хедленд менаџмент системс“ (*Headland Management Systems*). Ови системи омогућају да се притиском на једно дугме аутоматски обављају програмиране операције управљања у смислу промене степена преноса, искључења/укључења погона предњег моста, блокаде диференцијала, прикључног вратила, контроле проклизавања, подизања/спуштања подизних полука и програмираног извлачења/увлачења/активирања пливајућег положаја и отказивања.

11.1. ПРЕЦИЗНА ПОЉОПРИВРЕДА

Примена DGPS-а омогућава прецизну, односно контролисану пољопривреду (*Precision Farming*). Прецизна пољопривреда спроводи се на парцелама да би се максимално искористио сваки део према његовом потенцијалу. Први корак у процесу прецизне пољопривреде је узорковање земљишта ради одређивања његовог хемијског састава, односно садржај хранива и хумуса. На основу добијених резултата праве се мапе поља у којима су означена подручја одговарајућег хемијског састава. На основу ових података праве се технолошке карте и започиње процес производње. При сетви се дозира количина семена, при ђубрењу количина минералног ђубрива, при заштити количина пестицида, а при наводњавању количина воде која ће се растури на парцели у зависности од његовог потенцијала. Циљ је да се на делу земљишта са вишим потенцијалом више, а на делу са нижим потенцијалом мање растури семена, ђубрива, пестицида и воде. На крају производног процеса, при убирању, на комбајну се преко сензора приноса и садржаја воде у зрну континуално мери остварени принос. Оваквим приступом добија се економична и еколошка пољопривредна производња. Сагледавањем остварених приноса, планира се производња у следећој години и предузимају одговарајуће мере за наредну културу, како би се остварили жељени резултати. Цео процес изгледа веома једноставан и лако применљив. Да би трактори били укључени у систем прецизне пољопривреде морају да имају уређаје за позиционирање и навођење, као и одговарајућу електронску управљачку јединицу

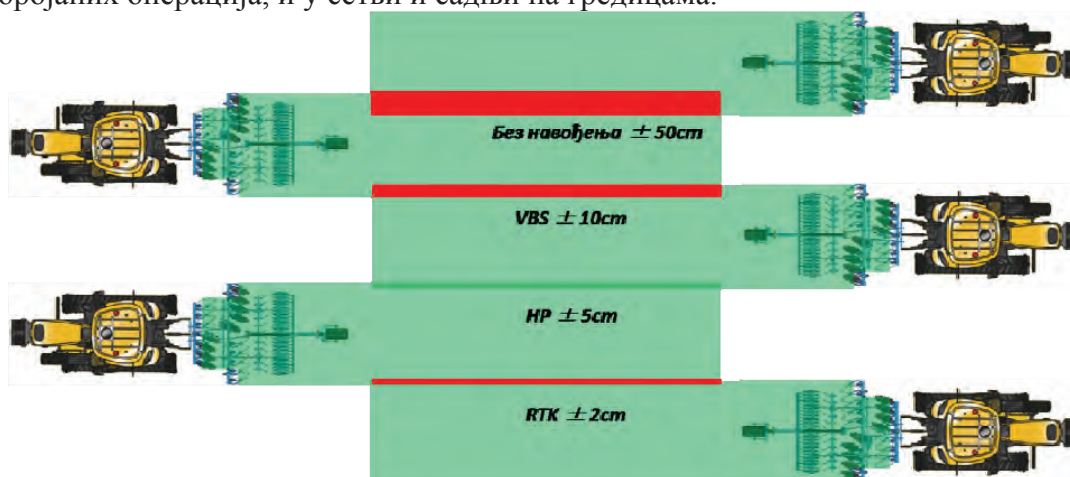
и опрему да управљају уређајима за дозирање на прикључним машинама. Програми који омогућавају спровођење овог поступка припадају GIS „диографик информешн систем“ (*Geographic Information System*), пошто користе географске параметре за приказ података. Такође, прикључне машине морају да имају уређаје за дозирање који омогућава промену норме током рада. Међутим, за извођење прецизне пољопривреде потребан је систем који ће да обави позиционирање и навођење при узорковању земљишта, сетви, прихрани, заштити и мерењу приноса. Позиционирање и навођење обавља GPS „глобал позишнинг систем“ (*Global Positioning System*), слика 11.2. Ово је систем за позиционирање и навођење америчке војске који може да се користи у цивилне сврхе. Постоји још и руски систем GLONAS, у припреми је и европски систем GALILEO. Амерички систем GPS чине 24 сателита који лете на висини од 20.000 km у 6 равни. Сателити су опремљени прецизним атомским часовницима, који емитују сигнале. Позиционирање се заснива на томе што GPS пријемник прима истовремено сигнал са најмање четири сателита и на сонову времена протеклог за пријем сигнала, прорачунава своју позицију. Током проласка сигнала кроз атмосферу јављају се препреке, због чега се јавља грешка од 10 m. Са таквом грешком систем не може да се користи у пољопривреди. Због тога се праве земаљске станице или користе сателити, који су на удаљености од 300 km од површине земље, који обављају корекцију (диференцирање) сигнала и смањују грешку на 10 до 30 cm. Такав систем зове се DGPS, слика 10.8. У примени је неколико система DGPS, од којих неки могу да се користе и у нашој земљи: EGNOS, WAAS, HP, OmniSTAR, StarFire и домаћи AGROS. Кориговањем сигнала уз коришћење сопствене референтне станице са дометом 3-10 km, остварењем такозваног RTK „рил тајм кинетикс“ (*Real-Time Kinetics*), тачност позиционирања повећава се на 2-5 cm.



Слика 11.2. DGPS

Код трактора GPS се користи за праћење прохода и аутоматско навођење. Правилно праћење прохода, тако да преклоп буде што мањи и да нема "празних"

површина, представља проблем у многим операцијама у пољопривреди. Данас су на располагању системи који омогућују прецизно навођење од ± 30 cm, затим ± 10 cm и ± 2 cm (RTK). Системи са прецизношћу од ± 30 cm омогућују навођење трактора у обради земљишта, прскању и растурању минералног ђубрива и стајњака, слика 11.3. Системи са прецизношћу од ± 10 cm омогућују навођење трактора у обради земљишта, прскању и растурању минералног ђубрива и стајњака, сетви и косидби. Системи са прецизношћу од ± 2 cm омогућују навођење трактора, поред набројаних операција, и у сетви и садњи на гредицама.



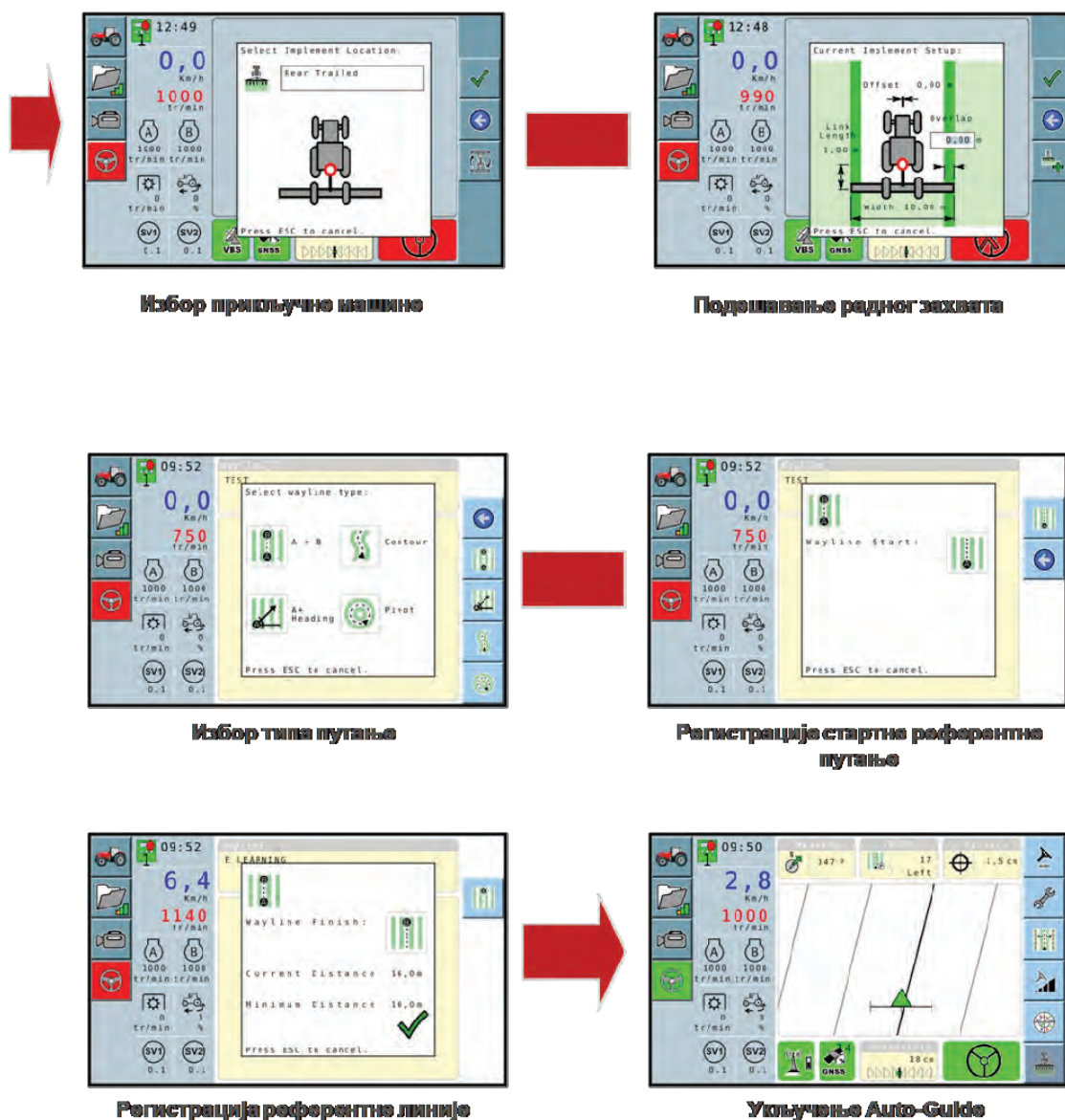
Слика 11.3. Прецизност појединих система за аутоматско навођење

Најсавременији системи аутоматског навођења заснивају се на дигиталним мапама парцела, са памћењем свих прохода и понављањем прохода при обављању других операција. На слици 11.4 управо је приказан систем за аутоматско навођење AFC „екју гаид“ *AccuGuide* за склапање прохода, прецизности од ± 2 cm, код трактора CASE. Осим GPS пријемника, хардвер система чине још и контролер за навигацију, монитор, сензор угла закренутости предњих точкова, као и актуатор за управљање системом за закретање предњих точкова. Системи за аутоматско навођење олакшавају рад руковалацу ноћу или у условима смањене видљивости.



Слика 11.4. AFC AccuGuide хардвер

Све операције при навођењу трактор обавља аутоматски. Пре почетка рада у пољу, руковалац снима границе поља, уноси карактеристике поља и опреме и доноси одлуку о трајекторији при кретању. Када се једном унесу параметри, руковалац дефинише операције које ће да се понављају, слика 11.5.



Слика 11.5. Подешавање система за аутоматско навођење

Код тачности позиционирања јавља се проблем при раду на терену са променљивим бочним нагибом или при наиласку трактора на испупчења и улегнућа, као и при кретању у кривинама. Проблем се отклања мерењем нагиба и израчунавањем корекције. Трактори „јон дир“ опремљени су уређајем за аутоматску вожњу паралелним линијама (*iTecPro*) на увратинама, слика 11.6, и уређајем за елиминисање паралелног заносења ношених и вучених машина (*iGuide*), при кретању у кривинама или на нагибима. За спречавање заносења, систем има два различита нивоа, који могу независно да се користе. Први ниво обухвата рад DGPS пријемника и сам разматра положај трактора и геометрију веза између

трактора и прикључене машине. Код другог нивоа, DGPS пријемник размењује информације са првим, да би се одредио релативан положај трактора и прикључене машине.



Слика 11.6. Окретање на увратинама са системом *iTecPro*

Борба за ефикасношћу и уштедом енергије биће константна у свим агротехничким операцијама и то посредством: енергетски ефикасних машина, редукованом обрадом, прецизним и ограниченим коришћењем минералних ђубрива и пестицида, прецизном сетвом, веома прецизним мапирањем поља и мониторингом, слика 11.7.



Слика 11.7. Прецизна пољопривреда

За пренос података између машина и корисника могу да се користе различити сигнали, као што су GSM, Wi-Fi, Bluetooth или да се директно преносе USB уређајима. Као хардвер с одговарајућим интерфејсом користе са стандардни терминали, али и мобилни телефони и таблети, 11.8.



Слика 11.8. Пренос података

Коришћењем ИС технологија агротехничке операције повезане су у много шири систем, који обухвата машинске паркове, машинске прстенове, мрежу за снабдевање енергијом, логистичке системе, информационе и сервисне провајдере, снабдеваче семенима и хемијским средствима, откупљиваче робе, комуникацију између корисника, банака и осигуравајућих кућа и светске тржишне играче. На тај начин фарме нису више изоловане, него интегрисане у нов модел привређивања. Аутоматизоване, високо прецизне машине чак и без руковалаца, дронави, нови сензори и видео опрема, микропроцесори високог капацитета, имају главну улогу у интеграцији и развоју фарми и омогућавају обављање свакодневних послова.

11.2. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Објаснити шта је мехатроника.
2. У којим правцима се одвија развој трактора?
3. Како се побољшавају перформансе трактора?
4. Зашто се повезују електронске управљачке јединице трактора и прикључних машина?
5. Шта је прецизна пољопривреда?
6. Објаснити функционисање DGPS.
7. Објаснити системе за аутоматско навођење.

12. ОДРЖАВАЊЕ МОТОРА И ТРАКТОРА

Основни принцип који треба да задовољи техничко одржавање јесте да мора допринети спречавању или бар смањењу појаве непредвиђених кварова. Реализација превентивног техничког одржавања обавља се по одређеном редоследу, систему и ритму. Такође, обавља се контрола-осматрање одређених места, бележе очитане вредности, обавља поређење очитаног са прописаним и ствара закључак о потребним или неопходним интервенцијама.

Превентивни преглед треба усмерити на преглед стања саставних делова и склопова, као и преглед функционалности. Код трактора који су прилагођени сталном увиду у стање радне исправности, контрола мора да обухвати и читавање инструмената који указују на могуће поремећаје у раду неких система у трактору.

Осим контроле, саставни део превентивног техничког одржавања чини и подмазивање и чишћење. Пракса је показала да подмазивање које обезбеђује присуство одговарајуће количине и квалитета мазива свим местима за подмазивање, представља најбољу превентивну заштиту.

Чишћење трактора треба обављати редовно. То подразумева свакодневно чишћење трактора након обављених радова у пољу, а пре паркирања. Ова мера је предуслов за квалитетно техничко одржавање, јер само на очишћеном трактору могу квалитетно да се уоче неправилности и оштећења.

Препоручљиво је да се уочени недостаци за време превентивног прегледа одмах отклоне, уколико не захтевају дуже време или пак посебну стручност, алат или опрему.

Узимајући све ово у обзир прихвата се дефиниција техничког одржавања:

„Под појмом техничког одржавања треба подразумевати скуп свих радова неге, контроле и подешавања који се изводе без расклапања главних склопова и механизма и чије периодично обављање је неопходно у интересу сврсисходног функционисања машине“.

Планско и стручно обављени радови техничког одржавања умањују истрошеност, интензитет хабања и обезбеђују квалитет обављених радова.

12.1. РАЗРАЂИВАЊЕ ТРАКТОРСКОГ МОТОРА И ТРАКТОРА

Најбоље резултате и дуг век имаће нови и освежени мотор, ако се добро разради у току првих 50 мото часова рада. У том периоду трактор треба да се користи за обављање лакших радова. Међутим, ако ипак током периода разрађивања морају да се обаве тежи радови, тада трактор треба да ради у ниским степенима преноса. Ипак, препоручује се да трактор ради под пуним оптерећењем после сваких 10 мото часова рада током овог периода, али да пуно оптерећење не траје дуже од 5 до 10 минута. Погрешно је, уствари, радити са трактором само на малом оптерећењу током овог периода, па онда одједном прећи на пуно оптерећење, јер ће трактор тако да се разради само за лако оптерећење.

После првих 25 до 50 мото часова, према препорукама домаћег произвођача мотора и трактора ИМР-а, треба из мотора:

1. испустити уље из топлог мотора (када је мотор у водоравном положају) и налити ново до горње ознаке на мерачу уља (не више),
2. у пречистач уља ставити нов уметак и
3. скинути склоп осовине клацкалице и притегнути навртке главе цилиндра:

- a. подесити зазор вентила (топао мотор 0,25 mm, а хладан мотор 0,30 mm);
- b. проверити и, ако треба, подесити ремен вентилатора;
- c. проверити и, ако треба, затегнути све спољашње навртке и завртње на мотору, изузев завртња на пумпи за убризгавање;
- d. пустити да мотор ради и проверити да ли на местима цури гориво, вода или уље (наћи и отклонити узроке цурења);
- e. подесити минималан број обртаја мотора, ако је потребно.

12.2. ГАРАНТНИ РОК И СЕРВИСНИ ПРЕГЛЕД НОВОГ ТРАКТОРА

Фабрика је дужна да купцу одреди гарантни рок за потребно сервисирање новог трактора. Купац је дужан да у гарантном року свој трактор одвезе на преглед у сервисно-ремонтну радионицу. Само у том случају фабрика ће у гарантном року обавити оправке трактора, ако је потребно. Ако се гарантни рок прекорачи, или ако се трактор не сервисира у овлашћеној сервисно-ремонтној радионици, трошкове оправки сносиће купац.

Генерално оправљени мотор назива се освежени. Трактор који је потребно генерално оправити довози се у сервисно-ремонтну радионицу у којој већ постоје освежени мотори. Ту се скида мотор који треба генерално оправити и у трактор одмах уграђује освежени мотор.

Власник трактора добија гаранцију за освежен мотор и стиче право на бесплатно сервисирање.

12.3. ТЕХНИЧКО ОДРЖАВАЊЕ ТРАКТОРА

Техничко одржавање трактора зависи од модела до модела трактора, због чега треба користити упутство за руковалаце које обезбеђује произвођач трактора. Према стандарду Америчког удружења пољопривредних инжењера ASAE „американ сосаити ов агрикалчрал енџинирс“ (*American Society of Agricultural Engineers*) техничко одржавање се обавља према интервалима, при чему се као критеријум узимају мото часови трактора, мада могу бити узети и други критеријуми, као што је утрошена количина горива. Дефинисање ритма и садржаја извођења сервисних операција представља сервисни план.

Типични интервали техничког одржавања су:

- 10 мото часова или дневно одржавање,
- 50 мото часова,
- 100 мото часова,
- 250 мото часова,
- 500 мото часова и
- 1.000 мото часова или једном годишње.

Сервисни интервали су кумулативни. Тако на пример: мере техничког одржавања за 10 мото часова, обављају се и при сервисним интервалима од 50, 100, 250, 500 и 1.000 мото часова. И други сервисни интервали су такође кумулативни. Регистрација протеклог времена читава се на инструменту трактора.

У свакодневно одржавање (пре стартовања мотора) или на 10 мото часова спада:

1. провера нивоа уља у кориту мотора и доливање по потреби,
2. контрола нивоа воде у хладњаку,
3. провера количине горива у резервоару,
4. провера индикатора на сувом пречистачу ваздуха и

5. контрола пречистача ваздуха нарочито кад је велика прашина:
 - сувог пречистача (посуда за сакупљање прашине празни се, ако треба, више пута дневно) и
 - пречистача с уљним купатилом (пречистач се пере и ставља ново уље, ако треба и више пута дневно).

У сервисни интервал од 50 мото часова спада:

1. провера нивоа електролита у акумулатору,
2. провера нивоа уља у хидрауличком систему,
3. провера нивоа уља у трансмисији,
4. чишћење папирнатог улошка сувог пречистача ваздуха,
5. чишћење одушке мотора,
6. контрола притиска у пнеуматицима,
7. контрола затегнутости навртки и завртњева предњег моста и
8. обављање мера дневног одржавања.

Сервисни интервал на 100 мото часова често се замењује сервисним интервалом од 250 мото часова. У сервисни интервал од 250 мото часова спада:

1. чишћење акумулатора,
2. чишћење таложне чашице;
3. подешавање празног хода педале спојнице,
4. контрола затегнутости погонских ременова,
5. замена моторног уља и пречистача уља,
6. контрола нивоа уља у систему за управљање предњим точковима,
7. контрола кочница и по потреби подешавање,
8. чишћење хладњака расхладне течности мотора и
9. обављање мера одржавања на 10 и 50 мото часова.

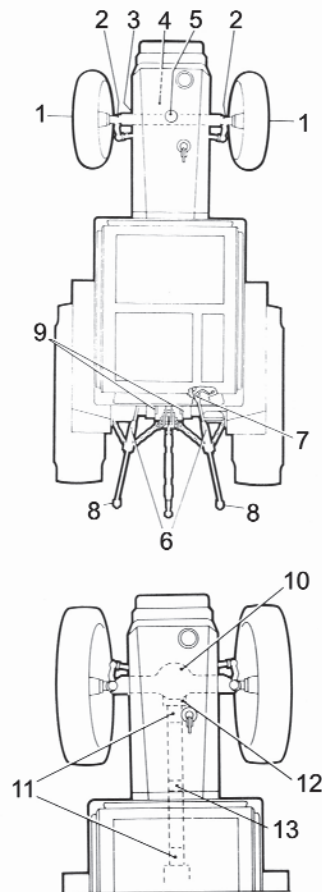
Код новијих мотора замена моторног уља, пречистача за уље и гориво обавља се на 500 мото часова.

У сервисни интервал од 1.000 мото часова спада:

1. чишћење пречистача ваздуха с уљним купатилом,
2. замена трансмисионог уља,
3. замена уља у хидрауличком систему,
4. подешавање пумпе високог притиска,
5. чишћење лежаја предњих точкова,
6. чишћење система за хлађење и замена расхладне течности,
7. контрола компонената клима-уређаја и
8. обављање мера одржавања на 10, 50, 250 и 500 мото часова.

У упутству за руковалаце треба наћи и сервисне захтеве који се односе на специјалну опрему, као што је погон на предњим точковима и хидростатички систем за управљање предњим точковима.

Такође, у упутству за руковалаце треба пронаћи препоруке за подмазивање одређених места на трактору, као што је приказано на слици 12.1.



Слика 12.1. Места за подмазивање на тракторима "масеј фергусон" (Massey Ferguson): 1. главчине предњих точкова; 2. осовинице рукаваца предњих точкова; 3. осовиница предњег моста; 4. главно управљачко вратило; 5. осовиница цилиндра хидростатичког система за управљање; 6. подизне шипке; 7. ручица навојног вретена десне подизне шипке; 8. кугле доњих плуга; 9. браве за аутоматско прикључивање оруђа; 10. ослони рукавци предњег погонског моста; 12. карданско вратило за погон предњег моста; 12. носач кућишта предњег моста; 13. централни лежај погонског вратила, Bell (1989)

На савременим тракторима уграђују се инструменти којима се прати стање најзначајнијих параметара и сигнализира потреба о спровођењу техничког одржавања. руковалац се не ослања само на план одржавања, него добија сигнале о потреби спровођења интервентних мера. На инструмент табли у кабини трактора налазе се сви потребни индикатори стања радних параметара значајних за сервис.

12.4. КОРЕКТИВНО ОДРЖАВАЊЕ (ОПРАВКА)

Током експлоатације упркос превентивном одржавању, ипак долази до појава отказа. Такве појаве неисправности захтевају одређене тзв. корективне интервенције и поправке, које се не могу планирати, нити предвидети. По обиму посла и ангажованим средствима оправке могу достићи врло велике размере, па чак и размере генералног ремонта.

Корективно одржавање (чест назив „оправка“) представља скуп свих поступака којима се трактор из стања „у отказу“ враћа у стање „у раду“, односно којима се,

након нарушавања, поново успоставља његова радна способност. У пракси су најчешће заступљна два концепта оправке:

◆ Оправка појединачног дела и

◆ Агрегатна замена.

Технологија рада у процесу оправке машина представља сложен систем.

Ремонтна радионица започиње свој рад у пријемном одељењу, пријемом машине. О пријему се саставља записник где се региструје стање машине у моменту предаје (евентуално недостајући агрегати, итд.). Након тога се чишћењем машина припрема за демонтажу. Демонтирани делови се перу и одмашћују. Ова операција је неопходна с обзиром на то да се дефектажа делова може квалитетно изводити само над опраним деловима.

Под појмом дефектаже подразумева се утврђивање стања радне исправности неког машинског дела, који је претходно демонтиран и очишћен. Дефектажу неког дела могуће је остварити визуелним и инструменталним прегледом. Визуелном дефектажом (окуларном методом) региструју се велика хабања, најчешће хаварног карактера. Хабање настало нормалном експлоатацијом утврђује се инструменталним путем (применом мерних инструмената). Резултати добијени инструменталном дефектажом упоређују се са граничним вредностима које прописује произвођач.

У поступку дефектаже делови се сврставају у три групе и то:

- исправни делови,
- неисправни делови који могу да се освеже и
- неисправни делови који не могу да се освеже (економски неоправдано) – шкарт.

Са дефектаже се исправни делови упућују у одељење припреме те исти могу без накнадне дораде поново да се уграде.

Делови који не могу освежавањем да се доведу у исправно стање, шкарт делови, замењују се из магацина новим резервним деловима, те се предају одељењу за припреме.

Делови који су у процесу дефектаже вредновани као могући за освежавање упућују се појединим одељењима на поступак освежавања или регенерације.

Под регенерацијом се подразумева довођење машинског дела у првобитно стање, како по геометрији и димензијама, тако и по квалитету материјала. Истрошени машински делови се регененшу тако да на месту, која су истрошена у процесу рада, нанесе се материјал истих или бољих својстава, а затим се завршном обрадом у потпуности постижу димензије оригиналног резервног дела. Осим регенерације истрошених машинских делова, успешно се поступком заваривања и наваривања регенеришу и поломљени или напукли машински делови.

Осим поступака регенерације код којих се погодним поступцима обезбеђује почетна геометрија машинског дела, постоје и делови код којих регенерација подразумева обраду на поправну меру (специјалу). Типичан пример овога су рукавци коленастог вратила мотора, код којих се након утврђивања похабаности изнад дозвољених граница предвиђа брушење на поправну меру. Повећан зазор између рукавца и клизних лежајева елиминише се применом лежаја веће дебљине.

Освежени делови се након техничке контроле упућују у припремно одељење, а одатле, по унапред припремљеној динамици, у одељење монтаже где се обави монтажа мотора. По завршетку монтаже мотор се пушта у пробни рад и започиње фаза уходавања или разраде. Разрада мотора се најчешће обавља на пробним столовима (кочници).

Концепт поправке на бази агрегатне замене омогућава постизање високе готовости у превођењу машине из стања у отказу, у стање у раду. Предуслов за увођење овог система представља потреба постојања освежених или нових агрегата у довољном броју и по асортиману, а пре почетка оправке машине. Применом оваквог система оправке нестaje потреба за моменталним освежавањем (оправком) склопова саме машине која се оправља. Уместо тога, могуће је одмах започети склапање машине из раније освежених или нових агрегата. Тако на пример, уколико се уочи проблем на пумпи високог притиска, није неопходно чекати на њену оправку, него се иста замењује новом (раније освеженом). Демонтирана пумпа се упућује на оправку у специјализована одељења, опремљена свим неопходним алатима. Након обављене оправке, пумпа се конзервира и складишти. Највећа предност оваквог система чини знатно скраћење рока оправке машине и времена искључења машине из производње. Проблем код увођења оваквог система оправке јесте чињеница да у складишту треба обезбедити већи број агрегата, чија је вредност повећана у односу на појединачне делове. Управо из тих разлога овакав систем оправке могуће је реализовати, на економски прихватљивим основама, једино у случају постојања униформног машинског парка.

12.5. ДИЈАГНОСТИКА

Одржавање високог нивоа поузданости мотора током експлоатације захтева правовремене интервенције, ради отклањања узрока могућих неисправности. Утврђивање узрока неисправности претходним расклапањем појединих склопова, узрокује значајно повећање трошкова оправке. Поред тога, расклапањем појединих склопова нарушава се првобитна спрега елемената, што се одражава на смањење поузданости и њиховог века трајања у целини.

Под појмом дијагностике подразумева се утврђивање стања радне исправности неког машинског дела или склопа, без претходне демонтаже (расклапања), а на основу регистровања различитих дијагностичких параметара. Задатак дијагностике је, такође, да омогући да се недвосмислено утврди место и узрок настанка неисправности. Након тога применом корективног одржавања (оправком) непосредно се отклања неисправност.

До данас је развијено више метода дијагностике клипно-цилиндарских склопова мотора, а за оцену њиховог техничког стања користи се већи број зависних и независних параметара, као што су: притисак сабијања, нехерметичност цилиндра (губитак ваздуха), продувавање гасова (проток картерских гасова), температура издувних гасова, јачина струје електропокретача, потрошња уља, спољне брзинске карактеристике мотора (снага, момент, часовна и специфична ефективна потрошња горива), састав издувних гасова, итд.

Истовремена примена свих или бар већег броја наведених параметара и метода њиховог мерења упркос могућности најпотпуније и најтачније оцене стања, није рационална и економична. Зато је неопходно изабрати оне дијагностичке методе и параметре који ће у радионичким и експлоатационим условима у пракси дати највеће ефекте.

Оправданост примене у пракси одређених дијагностичких параметара условљена је такође постојањем дефинисаног дијагностичког норматива, тј. граничне вредности параметра. Да би одређени дијагностички параметар могао бити примењен за оцену техничког стања мотора и његових елемената и оцену преосталог ресурса битан предуслов јесте постојање дефинисаних дијагностичких норматива, тј. граничних вредности параметра, као и функционална зависност између његове промене и

промене стања одговарајућег структурног параметра (на пример: истрошење клипа). Управо непостојање дефинисаних граничних вредности, као и функционалних зависности између вредности дијагностичких и структурних параметара један је од значајних практичних проблема у техничкој дијагностици уопште.

12.5.1. Аутодијагностика трактора

Аутоматизовани дијагностички системи (АДС) којима се опремају савремени трактори, имају задатак да уместо руковалаца/возача обезбеде објективан, високо прецизни и непрекидни надзор над радом његових појединих система и да руковалаца/возача благовремено обавесте о потреби "сервисирања" у одређеном року.

Ради остваривања оптималног рада система поставља се читав низ контролних инструмената (давача), који треба да дају информацију о стању радне исправности неког сегмента система. У мање сложеним системима ова информација се завршава визуелним приказом руковалацу, док се у сложенијим системима ова информација упућује на виши ниво анализе за одлучивање о могућим корекцијама рада читавог система или пак машине. У савременим машинама, које су високо софистициране, постоји читав низ давача, који су у функцији контроле и корекције упућујући систем на прекид рада. Овај прекид рада је могуће отклонити само у случају познавања начина отклањања неправилности у раду. Ова чињеница указује на неопходност доброг познавања система. Добро обучен руковалац и одржавалац мора да овлада информационом технологијом машине да би био у могућности да правовремено и правилно делује.

Порука о насталим неисправностима (поремећају у раду) шаљу се руковалацу у виду светлосних, звучних или кодираних сигнала (кодних бројева). Кодни запис представља поруку (комбинација бројева и слова) којом информациони систем трактора комуницира са руковалацем или сервисером. Код неких система могуће је кумулативно сагледати кодове грешки, што има великог значаја код решавања насталих проблема и њиховог бољег разумевања.

Кодне записе могуће је очитати на дисплеју монитора возила или применом екстерних уређаја који се повезују преко програмско/дијагностичког конектора (*Electronic Service Tool, Service Advisor...*), слике 12.2 и 12.3.

Примена ових уређаја омогућава:

- дијагностику и откривање проблема на мотору,
- похрањивање и анализу добијених информација од контролне јединице мотора,
- процену рада мотора,
- промену подешених вредности контролне јединице мотора и
- калибрацију контролних јединица.



Слика 12.2. Дијагностика са рачунаром



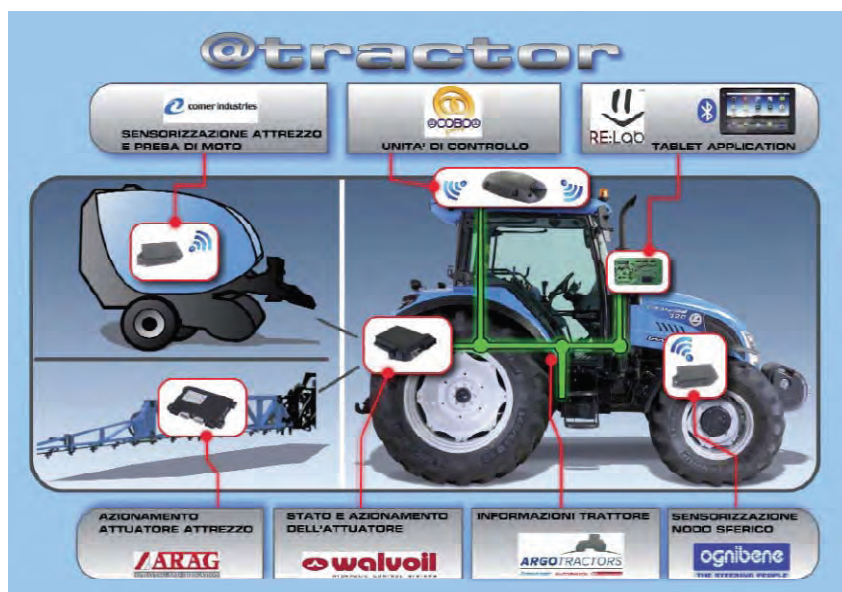
Слика 12.3. Дијагностика са рачунаром

Компјутерска дијагностика може бити фабричка или универзална. Разлика између њих је у начину коришћења. Фабричка дијагностика користи се само код једног брэнда, а универзалне се користе за више возила, аутомобила или трактора. Свеобухватније су оне фабричке, које могу да прочитају грешку, али помоћу њих може да се тестира исправност компјутера или учита нови софтвер који шаље фабрика у циљу побољшања рада неког система. То на пример може бити репрограм аутоматског мењача, којим се побољшава његова функција и постижу „мекше“ промене степена преноса. Универзалне дијагностике нуде познати произвођачи, као што су „Бош“, „Делфи“, „Текс“ и „Вирт“.

За компјутерску дијагностику често се користи израз ОБД (OBD) дијагностика, који је скраћеница од израза „он борд дијагностик“ (On Board Diagnostic), а ОБД прикључак омогућава да се приступи подацима електронске управљачке јединице. Најновији тренд код пољоприврених трактора јесте да се подаци преносе путем Wi-Fi, слика 12.4 и 12.5

Трактор је опремљен са системом за размену података са прикљученом опремом и прикључним машинама, базиран на ISOBUS стандарду. Овај систем омогућава интеграцију са смарт телефонима и таблет рачунарима за управљање подацима, затим користи самонапајајуће вајрлес сензоре, користи актуаторе с уграђеним

сензорима положаја и омогућава обимне податке о хабању алата у реалном времену, а руковалацима да тачно и на време планирају техничко одржавање.



Слика 12.4. Пренос података на трактору „ландини“



Слика 12.5. Пренос података на трактору „ландини“

12.6. КОНЗЕРВИРАЊЕ И ДЕКОНЗЕРВИРАЊЕ

Ако се трактор неће користити неколико месеци, препоручују се мере заштите да не дође до неких оштећења за време стајања.

Потпуно исправан трактор треба конзервирати, а ако није исправан мора претходно да се поправи. Конзервиран трактор се обавезно смешта на место заштићено од сунца, влаге, промене температуре и других атмосферских утицаја.

Конзервација представља низ физичко-хемијских мера за заштиту машина, склопова, делова и друге опреме, ради спречавања разарајућег дејства корозије. Основне поставке конзервације су, да се нормална мазива замене заштитним средствима. Директан додир металне површине с изазивачима корозије спречава се образовањем заштитних превлака.

Припрема трактора за рад после спроведене заштите од корозије не захтева тако велику пажњу као у припреми машине за конзервацију. Непосредно пре извођења деконзервације потребно је прегледати делове и склопове, који су конзервирани.

Поступак конзервирања:

1. добро опрати и очистити трактор споља,
2. пустити мотор да ради док се уље не загреје;
3. док мотор ради, испустити талог из пречистача компримираног ваздуха,
4. зауставити мотор и испустити уље из корита мотора,
5. ставити нов пречистач уља,
6. у корито мотора налити уље за конзервирање, градације по SAE 10, 20 или 30, зависно од температуре која ће владати за време мировања мотора,
7. испустити воду из хладњака и цилиндарског блока и испрати их док не почне да истиче чиста вода,
8. покренути мотор и радити њиме неколико секунди да би заостала количина воде истекла из пумпе за воду,
9. када се мотор заустави, оставити да вода искапље из хладњака и блока мотора, затим затворити обе славине за воду,
10. испустити талог кондензоване воде из резервоара за ваздух,
11. скинути бризгаљке и улити у цилиндре око 0,2 литра моторног уља, распоредивши ту количину на све цилиндре,
12. скинути усисно црево са цилиндарске главе компресора и у отвор усисног вентила сипати 10 капи моторног уља,
13. ставити бризгаљке (не причврстити) и окренути радилицу кључем, полако неколико пута, затим причврстити бризгаљке,
14. скинути комплетан пречистач ваздуха и гумену спојну цев пречистача и усисне цеви, опрати пречистач и жичани уметак,
15. скинути издувни лонац и очистити га,
16. залепити непропусним фластером:
 - отвор усисне цеви мотора,
 - отвор издувне цеви мотора,
 - усисни отвор компресора,
17. скинути акумулаторе и ускладиштити их према упутству произвођача,
18. прикључке каблова (клемне) очистити и премазати техничким вазелином,
19. напунити резервоар горивом до врха, да не би рђао од влаге,
20. испустити уље из кућишта мењача и диференцијала и налити ново уље,
21. испустити уље из бочних редуктора и налити ново уље,
22. испустити уље из ременице и налити ново уље (уколико ременица није већ скинута са трактора и конзервирана),
23. долити уље у кућиште управљача,
24. испустити уље из резервоара хидрауличног подизача, очистити пречистач и насути ново уље,
25. намазати техничком машћу оквиру инструмената да не би кородирали,
26. подмазати техничком машћу, помоћу декалемит пумпе, сва места предвиђена за то,
27. скинути поклопце лежаја предњих точкова, очистити лежаје од старе масти и ставити нову техничку маст,
28. намазати машћу: све зглобове тракторских полуга, све навоје - бочних затега, подизних полуга и упорнице, затим сва остала места на трактору која би могла да кородирају,

29. подићи трактор на дрвене подметаче да пнеуматици не носе терет (притисак смањити за 20-30%),
30. обратити пажњу да гуме не буду замашћене ни поливене горивом, а нарочито пазити да не буду изложене сунцу,
31. отпустити ручну кочницу,
32. ручицу мењача ставити на празан ход и
33. покрити трактор церадом.

12.6.1. Периодично одржавање конзервираног трактора

Сваких 15 дана окренути радилицу кључем неколико окрета, да би се мотор разлепио и подмазао. Истовремено, окренути точкове за 1/4 круга да би се покренула трансмисија.

12.6.2. Припрема за пуштање конзервираног трактора у рад после дужег стајања

На првом месту треба нагласити важност припреме система за гориво. Дужим стајањем из горива се издвајају састојци слични воску који ће брзо запушити пречистач горива, чим мотор буде пуштен у рад. Због тога, пре пуштања мотора у рад, обавезно треба урадити следеће:

1. очистити трактор од прашине и масноће,
2. испразнити резервоар, скинути га и добро испрати,
3. испустити гориво из свих цеви (гориво испуштено из система за гориво треба бацити, јер уопште није погодно за употребу),
4. опрати све пречистаче горива,
5. опрати пречистач у грлу за наливање горива у резервоар,
6. опрати таложник, као и мрежицу на пумпи за довод горива,
7. опрати завршне пречистаче горива,
8. у завршне пречистаче горива ставити нове уметке,
9. после наливања новог горива у резервоар, одстранити ваздух из система за гориво на раније описан начин,
10. проконтролисати притисак у гумама,
11. скинути трактор са дрвених подметача,
12. налити чисту воду у хладњак,
13. контролисати ниво уља у кориту мотора,

(Ако је уље стајало у мотору мање од шест месеци, истим уљем се може радити 100 часова, па га затим испустити из мотора и променити пречистач. Уколико је уље стајало у мотору дуже од шест месеци, треба га испустити из корита и налити ново, истовремено пречистач уља заменити новим.)

14. очистити циклонски пречистач ваздуха,
15. скинути фластере с отвора усисне и издувне цеви и усисног отвора компресора,
16. налити уље у пречистач ваздуха до означеног нивоа, ставити пречистач на место и повезати га са усисном цеву гуменим цревом,
17. повезати гуменим цревом пречистач ваздуха и компресор,
18. ставити издувни лонац на издувну цев мотора,
19. ставити пуне акумулаторе, везати прикључке каблова за акумулаторе и намазати их техничким вазелином и
20. поново пребрисати крпом цео трактор.

НАПОМЕНА: Постоје специјална средства за конзервирање (конзерванси) уљаног простора, воденог простора мотора и система за гориво.

12.7. МАНИПУЛАЦИЈА СТАРИМ УЉЕМ

При замени моторног, трансмисионог или хидрауличног уља добијају се велике количине старог уља, слика 12.6, и пречистача-филтера, слика 12.7. Старо уље је веома токсично, због садржаја различитих киселина. Токсичност је таква да 1 литар старог уља може за контаминира 1 милион литара пијаће воде, а земљиште неколико десетина година. Због тога је управљање са таквим уљем веома важно. Поступање са старим уљем дефинисано је у Закону о управљању отпадом, док додатна правила утврђује Правилник о условима, начину и поступку управљања отпадним течностима. У овим актима строго је наведено да коришћено уље не сме да се просипа у канализацију, или на земљу и надземне и подземне воде. Систем безбедног збрињавања уља заснива се на раду фирми специјализованих за сакупљање, транспорт, складиштење и прераду отпада, којима за то држава даје одобрење. Постоји више начина да се безбедно користи старо уље. Најбољи начин је да се рециклира, тако што се пречишћавањем и другим поступцима од њега добије базно уље, које се даље користи као сировина за производњу нових уља. У Републици Србији постоји једно такво постројење у Рафинерији „Београд“, у Београду. Други прихватљив начин јесте да се уље пречисти тако да се из њега извуку материје, које при сагоравању стварају отрове. Тако се добија уље за ложење које, за разлику од непрерађеног уља, може да се користи као гориво за грејање. Трећи прихватљив начин је спаљивање старог уља без његове претходне обраде, али у посебним пећима, на врло високим температурама које се крећу преко 1.000 °С. У Републици Србији дозволу за спаљивање има цементара у Беоцину. Уколико се спаљивање обавља у обичним пећима у атмосферу се емитују различите отровне супстанце, као што су тешки метали, који изазивају рак и друга обољења. Тренутна ситуација је таква да се не зна где две трећине старог уља заврши, односно, претпоставља се да се просипа у канализацију или се користи за грејање.



Слика 12.6. Искоришћено уље



Слика 12.7. Искоришћени филтери

12.8. ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. По дефиницији шта представља техничко одржавање?
2. Због чега је важно разрађивање тракторског мотора и трактора?
3. Према препорукама домаћег произвођача мотора ИМР шта треба да се уради након првих 50 мото часова?
4. Шта обухвата гарантни рок?
5. Који су интервали техничког одржавања трактора?
6. Навести поступке у свакодневном одржавању трактора.
7. Шта омогућава електронска дијагностика?
8. Описати поступак конзервације трактора.
9. Шта треба да се уради пре пуштања мотора у рад у поступку деконзервирања трактора?
10. Какав је утицај старог уља на природу и који су начини за његово безбедно коришћење?

13. КОРИШЋЕЊЕ ТРАКТОРА

Рационално коришћење трактора подразумева остварење максималног профита у производњи дате културе, посебно у делу утицаја механизације на профит. Да би остварили максималне ефекте у коришћењу трактора, уз минималне трошкове, потребно је створити услове као што су:

- Обучити руковалаце - трактористе, мајсторе, пословође и механизаторе, значи целокупно особље који раде на организацији, одржавању, ремонту и коришћењу трактора, комбајна и других машина;
- Опремити радионицу потребним алатима и уређајима за правилно одржавање, ремонт и чување трактора;
- Одржавање, ремонт и чување трактора изводити према препорукама произвођача са препорученим уљима и оригиналним резервним деловима;
- Набавку трактора и машина обавити од предузећа који имају добро организован сервис и који су ефикасни у снабдевању резервним деловима;
- Тракторе опремити са довољно квалитетних прикључних машина за извођење агротехничких операција;
- Познавање услова за коришћење трактора као што су, величина-ширина, дужина, облик парцеле, удаљеност од машинског парка, специфични отпори и при раду машина и познавање технологије производње пољопривредних култура;
- Познавање вучних карактеристика трактора у условима који су присутни у датом предузећу. Вучна карактеристика је потенцијална вучна могућност трактора, што је веома важно за правилно формирање тракторских система;
- Познавање метода прорачуна тракторских система.

13.1. ФОРМИРАЊЕ ТРАКТОРСКИХ СИСТЕМА

На основу измерених вучних параметара и отпора прикључних машина обављено је пројектовање тракторских система за широко подручје специфичних отпора. Специфични отпор при орању креће се од 0,5 до 1,5 daN/cm^2 са просеком за Војводину од 0,75-0,85 daN/cm^2 . Наравно постоје подручја са земљиштем где преовлађује глина и у сушним периодима специфични отпор прелази 2,0 daN/cm^2 . У процесу формирања тракторских система, земљиште се третира као средина у којој неке прикључне машине остварују основни задатак и као подлога по којој се креће точак трактора, комбајна, прикључних машина и транспортних возила. Према истраживању, Николић, (1983) земљиште као подлога може да се сврста у шест група:

- (P1) бетон, асфалт и слично;
- (P2) суво луцериште, утабана стрњика и слично;
- (P3) стрњика, кукурузиште, сојиште, сунцокретиште и слично;
- (P4) свеже репиште, љуштено стрњиште и слично;
- (P5) земљиште припремљено за сетву, одлежано орање и слично и
- (P6) свеже обрађено земљиште и слично.

Вучни параметри различитих трактора при максималној вучној снази на наведеним подлогама дати су у табели 13.1.

Табела 13.1. Вредности вучних параметра трактора при максималној вучној снази, Николић (1983)

Р. б.	Концепциј а тракт.	Ознаке парамет.	Подлоге					
			P1	P2	P3	P4	P5	P6
1.	(4x2)S	$\eta_{vmax.}$	0,81	0,65	0,60	0,56	0,50	0,46
		φ_n	0,46	0,45	0,38	0,34	0,32	0,29
		δ	5,60	12,43	13,13	15,01	17,03	18,25
		f	0,022	0,055	0,091	0,125	0,150	0,181
2.	(4x4)S	$\eta_{vmax.}$	0,82	0,67	0,635	0,575	0,54	0,485
		φ_n	0,47	0,463	0,415	0,360	0,344	0,310
		δ	5,00	11,01	12,04	13,13	15,00	16,40
		f	0,020	0,050	0,084	0,121	0,151	0,173
3.	(4x4)Z	$\eta_{vmax.}$	0,85	0,70	0,67	0,635	0,575	0,50
		φ_n	0,49	0,483	0,45	0,39	0,365	0,355
		δ	0,37	8,31	10,45	11,83	12,84	15,30
		f	0,018	0,042	0,070	0,118	0,140	0,165
4.	Гусеничар Crawlers	$\eta_{vmax.}$	-	0,80	0,75	0,71	0,65	0,55
		φ_n	-	0,70	0,60	0,56	0,50	0,40
		δ	-	2-4	3-6	4-8	5-9	5-10
		f	-	0,05-0,07	0,07-0,08	0,07-0,09	0,11-0,12	0,12-0,14

Према анализи истог аутора специфични отпори, при орању на дубини од 25-30 cm у зависности од садржаја глине у земљишту, дати су у табели 13.2.

Климатски услови потребни су за одређивање расположивих дана за рад у појединим операцијама, укључујући и нерадне дане: суботе, недеље и празнике. Таква анализа за подручје околине Новог Сада дата је у табели 13.3.

Специфични отпори при извођењу агротехничких операција су: љуштење стрњишта на дубину око 15 cm је 0,45-0,50 daN/cm², припрема љуштеног земљишта сетвоспремачем 250-350 daN/m, уништавање корова тањирањем 300-400 daN/m, орање на 30 cm дубине је 0,75-0,85 daN/cm², припрема орања тањирањем у јесен је 400-500 daN/m, припрема земљишта у пролеће сетвоспремачем је 250-350 daN/m, припрема земљишта инкорпорацијом је 250-350 daN/m, сетва 80-120 daN/секцији и међуредно култивирање је 100-150 daN/секцији.

Табела 13.2. Категорије земљишта Војводине према специфичном отпору при орању, Николић (1983)

Р. б.	Параметри	Јединица	Категорије земљишта					
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
1.	Садржај глине	%	<30	30-40	45,1-55	55,1-65	65,1-80	>80
2.	Специфични отпор	daN/cm ²	<0,346	0,346-0,519	0,519-0,735	0,735-0,995	0,995-1,1245	1,124-1,469
3.	Просек	daN/cm ²	0,259	0,432	0,649	0,865	1,081	1,297
4.	Површина	ha	44,861	304,707	601,737	526,413	351,139	91,970
		%	2,336	15,863	31,327	27,405	19,281	4,780

Табела 13.3 Коефицијент искоришћења агротехничког периода за обраду земљишта категорије Z4, Z5, Николић (1983)

Р.б.	Месеци	Коефицијент (φ)		
		φ ₃	φ ₄	φ ₆
1.	III	0,717	0,671	0,633
2.	IV	0,690	0,635	0,580
3.	V	0,708	0,678	0,647
4.	VI	0,732	0,669	0,637
5.	VII	0,779	0,705	0,669
6.	VIII	0,757	0,716	0,689
7.	IX	0,802	0,751	0,695
8.	X	0,707	0,656	0,612

У табели 13.4. дате су вредности коефицијента искоришћења радног времена пољопривредних машина, при одређеним брзинама кретања према америчким стандардима.

Табела 13.4. Искоришћење радног времена и брзина кретања (ASAE D230.4, 1987)

Р. б.	Трактори и машине	Пољска ефикасност (%)		Брзина кретања (km/h)	
		Област	Средња вредност	Област	Средња вредност
1.	Плуг обртач	70 - 90	80	5 - 10	7,0
2.	Тешка тањирача	70 - 90	85	5,5 - 10	7,0
3.	Тандем тањирача	70 - 90	80	5 - 10	6,5
4.	Чизел плуг	70 - 90	85	6,5 - 10,5	7,0
5.	Пољски култиватор	70 - 90	85	5 - 13	9,0
6.	Међуредни култиватор	70 - 90	80	4 - 8	5,5
7.	Сетва широкоредних	50 - 75	60	4,8 - 9,7	6,4
8.	култура	60 - 75	65	3,0 - 6,5	4,0
9.	Комбајн	60 - 85	70	2,5 - 10	5,0
10.	Силажни комбајн	60 - 80	70	5 - 8	7,0
11.	Расипач мин. ђубрива	50 - 70	65	5 - 11,5	10,5
	Прскалица				

13.2. ВУЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРАКТОРА

13.2.1. Шта је вучна карактеристика

Вучна карактеристика представља зависност: вучне снаге (P_{pot}), брзине кретања (v_s), клизања (δ), часовне потрошње горива (Q_h), специфичне потрошње горива (q_p), брзине обртања коленастог вратила мотора (n_m), коефицијента нето вуче (φ_n) и вучног коефицијента корисног дејства (η_v) од вучне силе (F_{pot}) у одабраним степенима преноса на одговарајућој подлози:

$$P_{pot}, v_s, Q_h, q_p, \delta, n_m, \varphi_n, \eta_v = f(F_{pot}) \quad (13.1)$$

За комплетну оцену једног трактора потребно је измерити вучне карактеристике у што већем броју различитих степена преноса и у различитим земљишним условима. С овако добијеним вредностима вучних карактеристика трактора, поуздано могу да се оцене могућности трактора и у пракси формирају оптимални тракторски системи, сходно захтевима агротехничких операција и земљишних услова. Зависност наведених параметара и показатеља може бити представљена у виду табела или дијаграма. Може да се одреди експериментално у лабораторији или у експлоатационим условима или рачунским путем применом графоаналитичких метода на основу регулаторне карактеристике мотора, основних параметара трансмисије и ходних система и параметара који дефинишу земљишне услове за рад.

Вучне карактеристике трактора користе се код:

- оцене динамичких и економских показатеља квалитета трактора и издавања сертификата о подобности трактора за коришћење у пољопривреди;
- формирања - прорачуна тракторског система за реализацију агротехничких операција у датом машинском парку и датим земљишним условима и
- пројектовања пољопривредних машина, предвиђених за рад са датим тракторима.

Помоћу вучних карактеристика трактора оцењује се:

- вучна сила и вучна снага коју трактор може да развије у сваком степену преноса на датој подлози;
- резерва вучне силе, која одређује способност трактора да савлада промену оптерећења, без преласка на нижи степен преноса;
- производност трактора према вучној снази и датом оптерећењу;
- горивна економичност трактора при датом оптерећењу и потрошња горива по јединици обрађене површине;
- ограничење постизања максималне силе вуче трактора на основу вучних својстава ходних система или обртним моментом мотора;
- вучна својства трактора на датом земљишту по карактеру клизања и његовог утицаја на вучну силу и друге показатеље и
- вучни коефицијент корисног дејства, као мера искоришћења снаге мотора трактора.

13.2.2. Вучни параметри и показатељи

13.2.2.1. Вучна сила

Вучна сила трактора може да се одреди из вучног биланса:

$$F_{pot} = F_v - (F_f + F_u + F_i + F_w) \quad (N), \quad (13.2)$$

где је:

F_v (N) - вучна сила на погонским точковима трактора,

F_f (N) - сила отпора кретања,

F_u (N) - сила отпора успона,

F_i (N) - сила отпора инерције и

F_w (N) - сила отпора ваздуха.

Номинална вучна сила може да се израчуна према једначини:

$$F_n = G_e \cdot \varphi_n \quad (N), \quad (13.3)$$

где је:

G_e (N) - експлоатациона тежина трактора,

φ_n (-) - коефицијент искоришћења експлоатационе тежине трактора.

Максимална вучна сила трактора ограничена је адхезионим способностима ходног система, земљишним условима, стабилношћу управљања и обртним моментом мотора. Вучна сила која може да развије трактор у различитим степенима преноса при раду мотора, са номиналним бројем обртаја и највећој ефективној снази мотора, назива се нормалном (прорачунском) вучном силом трактора.

Једначина (29) може да се искористи за одређивање тежине трактора, уз познавање номиналне силе (F_n) и коефицијента вуче (φ_n):

$$G_e = \frac{F_n}{\varphi_n} \quad (N), \quad (13.4)$$

Адхезиона вучна сила је сила која се остварује у контакту ходног система и подлоге, сходно закону кулона.

$$F_a = \mu \cdot G_a \quad (N), \quad (13.5)$$

где је:

μ (-) - коефицијент адхезије и

G_a (N) - адхезиона тежина, односно, тежина која пада на погонске точкове.

Ова сила зависи од својстава земљишта и пнеуматика.

Сила отпора кретања трактора (F_f) зависи од врста и стања пнеуматика и земљишта. Ова сила може да се измери методом вуче у датим условима или израчуна једначином:

$$F_f = G_e \cdot f \cdot \cos \alpha \quad (N), \quad (13.6)$$

где је:

f (-) - коефицијент отпора кретања трактора, табела 13.5, и

α (°) - нагиб терена.

Коефицијент отпора кретања f предњих точкова трактора је 20-30 % већи од отпора кретања задњих точкова, при кретању по истом трагу. У једначини 32 коефицијент отпора кретања f представља средњу вредност коефицијента отпора.

Сила отпора успона зависи од нагиба терена где се изводи агротехничка операција, а израчунава се помоћу једначине:

$$F_u = \pm G_e \cdot \sin \alpha \text{ (N)}, \quad (13.7)$$

где је:

α - нагиб терена

Сила инерције (F_i) при неравномерном кретању може да се израчуна једначином:

$$F_i = \pm m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a \text{ (N)}, \quad (13.8)$$

где је:

a (m/s^2) - убрзање или успорење трактора

- **Отпор ваздуха (F_w)** може да се израчуна помоћу једначине :

$$F_w = c \cdot \gamma \cdot s \cdot v^2 \text{ (N)}, \quad (13.9)$$

где је:

$c_w = c \cdot \gamma$ (kg/m^3)- коефицијент отпора ваздуха,

s (m^2) - чеона површина возила и

v (m/s) - брзина кретања.

У просеку свака приколица повећава отпор ваздуха за око 25%.

13.2.2.2. Вучна снага

Вучна снага је корисна снага трактора на потезници у датом степену преноса која се предаје прикључној машини у процесу извођења агротехничких операција. Величину вучне снаге трактора развијену у датим условима можемо одредити из једначине биланса снаге, једначином:

$$P_{pot} = P_e - \left(\sum P_i \right) \text{ (kW)}, \quad (13.10)$$

где је:

P_e (kW) - ефективна снага мотора и

$\sum P_i$ (kW) - сума свих губитака снаге и одвода преко других места (прикључно вратило, хидраулик и друго).

У датом степену преноса, при повећању вучне силе, вучна снага расте до постизања максималне вредности, а затим почиње да опада. Вучна сила при којој се остварује максимална вучна снага је номинална вучна сила трактора.

Вучна снага P_{pot} при мерењу вучних карактеристика одређује се према једначини:

$$P_{pot} = \frac{F_{pot} \cdot v_s}{1000} \text{ (kW)}, \quad (13.11)$$

13.2.2.3. Биланс снаге трактора

Биланс снаге трактора дат је једначином:

$$P_e = P_{irt} + P_{trpv} + P_{trh} + P_{\delta} + P_f \pm P_i \pm P_n \pm P_w + P_{pv} + P_h + P_{pot} \quad (\text{kW}), \quad (13.12)$$

где је:

P_{irt}	(kW)	- губитак снаге на трансмисију до погонских тачкова
P_{trpv}	(kW)	- губитак снаге у трансмисији до прикључног вратила
P_{trh}	(kW)	- губитак снаге у трансмисији до хидраулике
P_{δ}	(kW)	- губитак снаге на клизање
P_f	(kW)	- губитак снаге на сопствено кретање
P_i	(kW)	- губитак снаге на савлађивање инерције
P_n	(kW)	- губитак снаге на савлађивање успона
P_w	(kW)	- губитак снаге на савлађивање отпора ваздуха
P_{pv}	(kW)	- снага предата преко прикључног вратила
P_h	(kW)	- снага предата преко хидраулике
P_{pot}	(kW)	- снага предата преко потезнице

На пример, биланс снаге тракторског система за орање на равном терену своди се на облик:

$$P_e = P_{irt} + P_{\delta} + P_f + P_{pot} \quad (\text{kW}) \quad (13.13)$$

13.2.2.4. Часовна потрошња горива

Часовна потрошња горива зависи од вучног оптерећења. Разликује се часовна потрошња горива при празном раду мотора трактора (Q_{hp}), часовна потрошња при празном ходу трактора (Q_{hpt}), часовна потрошња горива при максималној вучној снази у датом степену преноса (Q_h) и часовна потрошња горива при датом оптерећењу у датом степену преноса (Q_{ho}). При порасту вучних сила и снаге расте потрошња горива и достиже максималне вредности, при максималној вучној снази. Даље повећање вучних сила изазива смањење потрошње горива, пошто се смањује број радних циклуса мотора.

Часовна потрошња горива израчунава се једначином:

$$Q_h = 3,6 \cdot \gamma \cdot \frac{V}{t} \quad (\text{kg/h}), \quad (13.14)$$

где је:

γ	(kg/cm^3)	- густина горива
V	(cm^3)	- запремина потрошеног горива за време t (s).

При познатој производности тракторских система израчунава се потрошња горива по јединици обрађене површине или јединици производа:

$$Q_{ha} = \frac{Q_h}{W_e} \text{ (kg/ha) или (kg/m}^3\text{) или (kg/t),} \quad (13.15)$$

где је:

W_e (ha/h), (m^3/h), (t/h) - производност тракторског система.

13.2.2.5. Специфична потрошња горива

Специфична потрошња горива зависи од вучне снаге трактора и часовне потрошње горива. Повећањем оптерећења смањује се специфична потрошња горива приближно до максималне вучне снаге, а при даљем преоптерећењу мотора специфична потрошња горива расте. Минимална специфична потрошња горива је у зони до максималне вучне снаге.

Специфична потрошња горива израчунава се на основу једначине:

$$q_p = \frac{Q_h \cdot 1000}{P_{pot}} \text{ (g/kWh),} \quad (13.16)$$

где је:

Q_h (kg/h) - часовна потрошња горива,

P_{pot} (kW) - снага на потезници.

13.2.2.6. Коефицијент бруто вуче

Коефицијент вуче бруто је збир коефицијента вуче нето (φ_n) и коефицијента отпора кретања трактора (f):

$$\varphi_b = \varphi_n + f \quad (13.17)$$

У табели 13.5 дате су вредности за коефицијент вуче бруто (φ_b) и коефицијент отпора кретања за точкаше и гусеничаре.

Табела 13.5. Коефицијент φ_b и f трактора, Гусков (1988)

Р. б.	Подлога	Точкаши		Гусеничари	
		f	φ_b	f	φ_b
1.	Земљани пут	0,03 - 0,05	0,65 - 0,80	0,05 - 0,08	0,75 - 0,85
2.	Ледина	0,05 - 0,07	0,65 - 0,80	0,06 - 0,08	0,85 - 0,95
3.	Стрњика	0,08 - 0,10	0,65 - 0,80	0,06 - 0,12	0,75 - 0,85
4.	Поље припремљено за сетву	0,16 - 0,18	0,35 - 0,55	0,09 - 0,15	0,55 - 0,65

13.2.2.7. Вучни коефицијент корисног дејства трактора и укупни вучни коефицијент корисног дејства

Вучни коефицијент корисног дејства трактора η_v дефинише степен искоришћења снаге мотора и израчунава се према једначини:

$$\eta_v = \frac{P_{pot}}{P_e} \quad (-) \quad (13.18)$$

Уколико трактор поред снаге на потезници P_{pot} предаје снагу преко прикључног вратила P_{pv} и хидрауличког погона P_h , укупни коефицијент корисности трактора η_u израчунава се једначином:

$$\eta_u = \frac{P_{pot} + P_{pv} + P_h}{P_e} \quad (-) \quad (13.19)$$

13.3. ПРОРАЧУН ТРАКТОРСКИХ СИСТЕМА

Формирање тракторских система обавља се на основу усвојене технологије производње, која се прецизно дефинише технолошким картама. Усвојена технологија производња може да се сврста у класичну производњу, где је основна обрада земљишта орање. Формирањем тракторских система за сваку технолошку операцију мора бити задовољен услов да се операција обави према постављеним критеријумима квалитета и на време. Николић (1984) наводи да се при извођењу операција морају испунити следећи захтеви:

- временски – извести операцију у агротехничком року;
- технолошки – остварити дубину рада, норму сетве, норму ђубрења, норму прскања, итд;
- технолошко-експлоатациони – остварити брзину кретања, клизање, минимално гажење, максимално искоришћење вучно-погонских параметара трактора, максимално искоришћење радног времена, минималну потрошњу горива, итд.

Сам поступак одређивања састава машинског парка одвија се у неколико фаза и то:
I фаза: Утврђивање полазних параметара утицајних фактора – специфични отпор земљишта, категорије и концепције трактора и машина, површину под културом, дужине парцеле и величине поседа, удаљености транспорта и др.

II фаза: Утврђивање основних карактеристика трактора - вучне силе и брзине кретања за изабране степене преноса, клизање, отпор кретања, коефицијенте корисног дејства трансмисије, потрошњу горива, маневарске карактеристике и др.

III фаза: Израда математичког модела за формирање тракторског система за реализацију технолошких операција према условима по културама.

IV фаза: Одређивање излазних параметара као што су производност, утрошак горива по јединици површине, утрошак часова рада трактора, утрошак часова рада трактосисте и помоћних радника и трошкове коришћења по јединици површине.

Математички модел за формирање тракторских система укључених у технологију производње састоји се од већег броја једначина, које су исте или различите по агротехничким операцијама.

- При формирању тракторских система, усваја се да је:

$$F_{or} = k_o \cdot a \cdot B_{max} \cdot \beta = F_v \cdot \eta_i, \quad \text{те је максимални радни захват за:} \quad (13.20)$$

а) плуг када је познат отпор земљишта

$$B_{\max} = \frac{F_v \cdot \eta_i}{k_o \cdot a \cdot \beta} (m), \quad (13.21)$$

где је:

k_o (kN/m^2) - специфични вучни отпор по јединици пресека бразде,

a (m) - дубина рада,

β (-) - коефицијент искоришћења конструктивног радног захвата,

F_v (kN) - нормална вучна сила, односно, вучна сила коју може да развије трактор у различитим степенима преноса при раду мотора, са номиналним бројем обртаја и највећој ефективној снази мотора максимална вучна сила на потезници у датом степену преноса,

η_i (-) - коефицијент искоришћења вучне силе,

б) машине за припрему земљишта

$$B_{\max} = \frac{F_v \cdot \eta_i}{k} (m), \quad (13.22)$$

где је:

k (kN/m) - специфични вучни отпор по метру радног захвата,

с) сејалице

$$n_{\max} = \frac{F_v \cdot \eta_i}{k_s} (m), \quad (13.23)$$

где је:

k_s ($kN/секцији$) - специфични вучни отпор по секцији сејалице.

Конструктивни радни захват одабране прикључне машине мора бити једнак или мањи од максимално могућег радног захвата:

$$B \leq B_{\max}, \quad (13.24)$$

где је:

B (m) - конструктивни радни захват машине, или

$$n_{sek} \leq n_{\max} \quad (13.25)$$

n_{sek} (-) - број секција на сејалици.

- Очекивани вучни отпор:

а) орање F_{or} :

$$F_{or} = k_o \cdot a \cdot B \cdot \beta \quad (kN) \quad (13.26)$$

б) припрема земљишта F_p :

$$F_p = k \cdot B \quad (kN) \quad (13.27)$$

с) сетва F_s :

$$F_s = k_s \cdot n_{sek} \quad (kN) \quad (13.28)$$

d) отпор кретања расипача, прскалице, транспортних средстава

$$F_f = f \cdot G \quad (kN), \quad (13.29)$$

где је:

$f(-)$ - коефицијент отпора кретања одабране категорије трактора, прикључне машине или транспортног средства,

$G_e (kN)$ - тежина трактора, прикључне машине или транспортног средства.

При формирању тракторских система мора бити задовољен услов:

$$F \leq F_v \cdot \eta_i, \quad (13.30)$$

где је:

$\eta_i (-)$ - искоришћење вучне силе (0,85 - 0,95).

- Потребна снага мотора одређује се на основу релације:

$$P_{ep} = \frac{[F + G_e (f + \frac{i}{100})] \cdot v_s}{3,6 \cdot \eta_{trt} \cdot \eta_\delta} \quad (kW), \quad (13.31)$$

где је:

$\eta_{trt} (-)$ - коефицијент корисног дејства трансмисије до точкова,

$\eta_\delta (-)$ - коефицијент корисног дејства у односу на клизање,

$i (\%)$ - нагиб терена,

$v_s (km/h)$ - стварна брзина кретања у изабраном степену преноса,

или ако машина за рад својих органа захтева погон од прикључног вратила трактора

$$P_{ep} = \frac{[F + G_e (f + \frac{i}{100})] \cdot v_s}{3,6 \cdot \eta_{trt} \cdot \eta_\delta} + \frac{P_{pv}}{\eta_{trpv}} \quad (kW), \quad (13.32)$$

где је:

$\eta_{trpv} (-)$ - коефицијент корисног дејства трансмисије до прикључног вратила,

$P_{pv} (kW)$ - снага на прикључном вратилу трактора.

При формирању тракторских система такође мора бити задовољен услов:

$$P_{ep} \leq P_e, \quad (13.33)$$

где је:

P_e (kW) - ефективна снага мотора трактора.

- Часовна, односно, сменска производност израчунава се:

а) за орање

$$W_s = \frac{0,36 \cdot P_e \cdot \beta \cdot \tau_s}{k_o \cdot a} \text{ (ha/h)}, \quad (13.34)$$

где је:

τ_s (-) - коефицијент искоришћења времена смене,

$$P_v = \frac{F \cdot v_s}{3,6} \quad (13.35)$$

P_v (kW) - вучна снага на потезници трактора.

б) за припрему земљишта

$$W_s = \frac{0,36 \cdot P_v \cdot \beta \cdot \tau_s}{k} \text{ (ha/h)} \quad (13.36)$$

с) за расипање, прскање, сетву, ситњење биљних остатака

$$W_s = 0,1 \cdot v_s \cdot B \cdot \beta \cdot \tau_s \text{ (ha/h)} \quad (13.37)$$

- Утрошак часова рада тракторског система H_s рачуна се према:

$$H_s = \frac{1}{W_s} \text{ (h/ha)}, \quad (13.38)$$

а утрошак часова рада радника H_r је:

$$H_r = \frac{1}{W_s} \cdot n_r \text{ (h/ha)}, \quad (13.39)$$

где је:

n_r - број радника (тракториста и помоћних радника).

При познатој производности тракторских система израчунава се потрошња горива по јединици обрађене површине или јединици производа за дату категорију трактора и оптерећеност мотора.

$$Q_{ha} = \frac{Q_h}{W_s} \text{ (l/ha)} \quad (13.40)$$

- Број тракторских система за орање одређен је помоћу једначине:

$$n_s = \frac{A}{W_s \cdot T_{sm} \cdot k_{sm} \cdot T_a \cdot \varphi_a \cdot k_p} (-) , \quad (13.41)$$

где је:

- A (ha) - обим радова,
 T_{sm} (h) - трајање смене,
 k_{sm} (-) - број смена на дан,
 T_a (dana) - агротехнички рок,
 φ_a (-) - искоришћење агротехничког рока,
 k_p (-) - коефицијент поузданости система.

- Код транспортних средстава потребан број транспортних система се израчунава:

$$Q = W_s \cdot D , \quad (13.42)$$

где је:

- Q (t/h) ili (l/h) - утрошак ђубрива, семена, воде на h ,
 D (t/ha) ili (l/ha) - норма ђубрења, сетве, прскања.

На основу утрошка материјала израчунава се време пражњења, односно, пуњења транспортера на њиви:

$$t_{pt} = \frac{n_p \cdot V_t \cdot \gamma_t}{n_s \cdot Q} \quad (h), \quad (13.43)$$

где је:

- t_{pt} - време пражњења, пуњења транспортера,
 n_p (-) - број приколица,
 V_t (m³) - запремина сандука приколице,
 γ_t (t/m³) - запреминска маса терета,

као и време одсуствовања транспортера са парцеле (време одласка и повратка са пуњења):

$$t_{oc} = t_p + t_u + t_r \quad (h), \quad (13.44)$$

где је:

- t_p (h) - време празног хода транспортера,
 t_u (h) - време утовара транспортера,

t_r (h) - време радног хода транспортера.

- Потребан број транспортних средстава се израчунава према:

$$n_t = \frac{t_{pt}}{t_{oc}} \quad (-) \quad (13.45)$$

Масени учинак транспортних средстава се израчунава:

$$Q_t = \frac{V_t \cdot \gamma_t}{t_{pt} + t_{oc}} \quad (t/h) \quad (13.46)$$

Утрошак часова рада транспортних система се рачуна према:

$$H_r = \frac{(t_{pt} + t_{oc}) \cdot D}{V_t \cdot \gamma_t} \quad (h/ha) \quad (13.47)$$

Потрошња горива транспортних средстава по јединици површине се израчунава на следећи начин:

$$L = W_s \cdot T_{sm} \cdot D \cdot n_s \quad (t/смени), \quad (13.48)$$

где је:

L - количина терета који треба у току смене транспортовати.

Број циклуса транспортера у смени одређује се према:

$$N_c = \frac{L}{n_p \cdot V_t \cdot \gamma_t} \quad (-), \quad (13.49)$$

где је:

N_c - број циклуса транспортера у смени.

Искоришћење времена смене транспортера се израчунава према:

а) количини семена и минералног ђубрива

$$\tau_{ts} = \frac{(t_r + t_p + t_s) \cdot N_c}{T_{sm}}, \quad (13.50)$$

где је:

τ_{ts} - коефицијент искоришћења времена смене транспортера,

t_s (h) - време сипања семена и минералног ђубрива у сандук сејалице и расипача,

б) цистерне за воду

$$\tau_{ts} = \frac{(t_r + t_p + t_{uc}) \cdot N_c}{T_{sm}} \quad (-) \quad (13.51)$$

t_s (h) - време пуњења резервоара прскалице,

t_{uc} (h) - време пуњења цистерне са водом.

с) за зрно и бале

$$\tau_{ts} = \frac{(t_r + t_p + t_{pt}) \cdot N_c}{T_{sm}} \quad (-) \quad (13.52)$$

Утрошак горива по хектару одређује се:

$$Q_{ha} = \frac{Q_h \cdot \tau_{ts}}{W_s} \quad (l/ha) \quad (13.53)$$

- Трошкови коришћења тракторског система по јединици обрађене површине одређени су на основу једначине:

$$Z = \frac{C}{W_s} \quad (din/ha), \quad (13.54)$$

где је:

C (din/h) - трошкови по часу рада тракторског система (фиксни и варијабилни).

13.4. ПРОРАЧУН САСТАВА МАШИНСКОГ ПАРКА

За одређивање потребног броја трактора појединих категорија и машина формира се дијаграм на којем се уносе подаци о потребном броју трактора и машина током целе године. Сабирањем потребног броја трактора или машина у најоптерећенијем месецу по културама, добија се максимално потребан број јединица, који се узима као стварно потребан број. Ради веће прецизности и поузданости добијених података месеци су подељени у интервале од пет дана, тако да сваки месец има 6 интервала или периода.

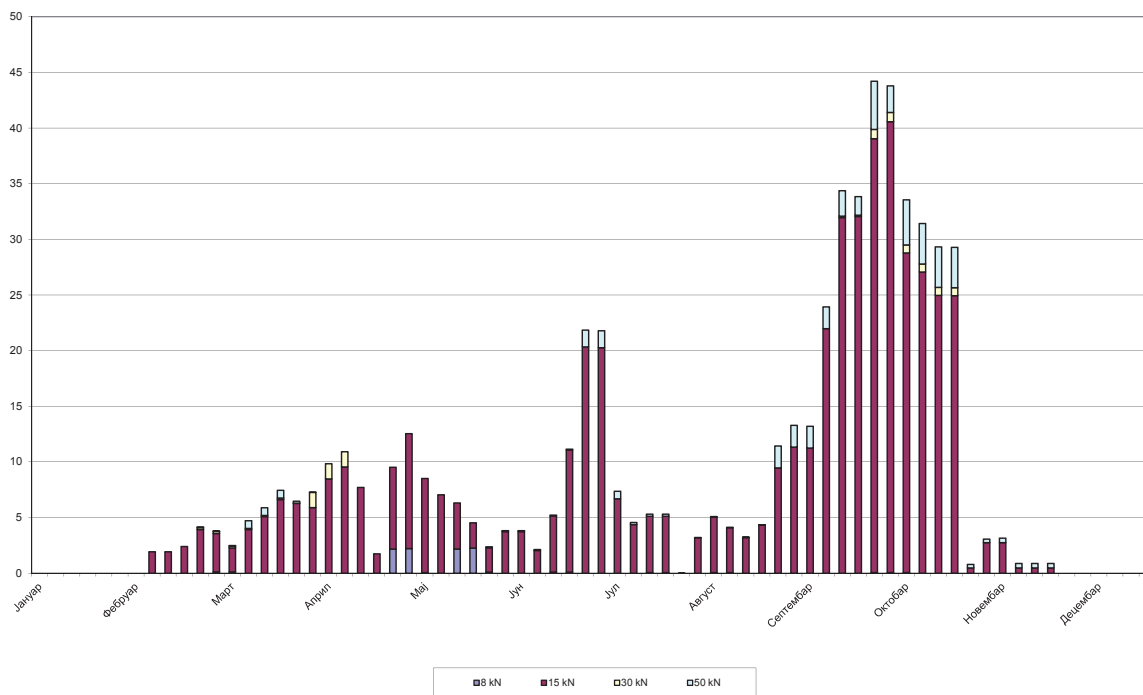
Током године потребан број трактора варира у зависности од интензитета извођења радова у пољу, слика 13.1 Екстремне вредности представљају критичне периоде на основу којих се одређује стваран потребан број трактора, комбајна и прикључних машина. У години постоје два критична периода, један када се обавља жетва стрних култура, месец јул и други када се обавља жетва окопавина и сетва стрних култура, а то је месец октобар. С обзиром на то да се највеће вредности јављају у месецу октобру овај месец узима се за одређивање потребног броја трактора и машина. У табели 13.6 приказан је један пример потребног броја трактора различитих категорија за одређене услове производње.

Табела 13.6. Потребан број трактора и самоходних система, $A = 2.000$ ha, $L = 800$ m, $k_o = 0,8$ daN/cm², Савин (2004).

	Трактори			
	8 kN	15 kN	30 kN	50 kN

Потребан број агрегата n_s	2,25	40,52	1,37	4,75
------------------------------	------	-------	------	------

Овако формиран машински парк има и своје недостатке, јер се током осталих месеци не користе сви трактори, због чега је мала њихова годишња ангажованост.



Слика 13.1. Потребан број трактора различитих категорија током године, Савин (2004).

14. ЛИТЕРАТУРА

1. AGROTRON TTV 1130/1145/1160 DEUTZ FAHR – каталог
2. Anonim. 1997. Geprüfte Ackerschlepper, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt/M.
3. Anonim. 2001. Der Schleppertest – Profi special. Profi – Magazin für Agrartechnik, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
4. Anonim. 2005. Welche PS hätten Sie denn gern? Profi, (1), 54-55.
5. Бабић М, Бабић Љиљана: Хидропнеуматска техника, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду, 2005, с.
6. БЕЛАРУС МТЗ 80/80Л/82/82Л, Упутство за експлоатацију и старање, Трактороекспорт СССР, бр. 6510
7. Brian Bell: Farm machinery, Third Edition, Farming Press, 1989, p.265
8. Веиновић С, Пешић Р. 1998. Усаглашавање развојних активности у области дизел-мотора и погонских материјала, Трактори и погонске машине, Вол.3. Но.3. п1-161, стр 9-14, Нови Сад.
9. Декањ Ј: Електричне инсталације и уређаји на моторним возилима, Завод за уџбенике и наставна средства Београд, Завод за издавање уџбеника, Нови Сад, 1988, с. 282.
10. Davis, T: Stage fright? iVT International, UkiP Media Events, 2007. p. 57-59
11. Electrical Systems, John Deere service Publications, Dept, Moline, 1994, p. 265.
12. Engineering Principles of Agricultural Machines, ASAE Textbook number 6, 1993.
13. en.wikipedia.org/wiki/Selective_catalytic_reduction
14. ИМТ 540, 549, радионички приручник
15. Живковић М: Мотори са унутрашњим сагоревањем I-део теорија мотора, Машински факултет, Београд, 1988.
16. Јаковљев Н.А, Диваков Н.В: Теорија аутомобила, Научна књига, Београд 1966.
17. Јаничевић Н, Јанковић Д, Тодоровић Ј: Конструкција моторних возила, Машински факултет, Београд, 1979
18. Јанковић Д: Моторна возила (теорија и конструкција), Машински факултет, Београд 1993
19. Јевтић Ј: Правци развоја мотора пољопривредних трактора. Савремена пољопривредна техника, (20)5, 1994, 289-293.
20. JOHN DEERE серија 8000 - каталог
21. Караџић Б, Кавгић П: Стање и перспективе примене електронике на пољопривредним тракторима, Савремена пољопривредна техника, Војвођанско друштво за пољопривредну технику, Нови Сад, 1994., бр. 5
22. Комарчевић Д: Трактори – за III или IV разред пољопривредне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1995, с. 140
23. Лазић В: Експлоатација пољопривредне технике – теоријске основе, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 1983, стр. 336.
24. Lajos L: Traktorok – autók, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1998, p. 393.
25. Lexique Illustré du Machinisme et des Équipements Agricoles, 3 édition, Cemagref, 1991, p. 350.
26. Мартинов М, Ђевић М, Новковић Н, Савин Л, Огризовић Б, Мицковић Г, Видаковић В, Поповић М, Кекић М: Мој трактор, Рес траде, Нови Сад, 2008, стр. 219.
27. Микић Џ: Трактор ИМТ-539, И.П.Младост, Бијељина, 2001, с. 243

28. Николић Р: Оптимизација параметара пољопривредних трактора у циљу одређивања рационалног састава машинског парка, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 1984, п.230.
29. Николић Р, Савин Ј, Фурман Т, Глигорић Радојка, Томић М, Видаковић В, Мицковић Г: Трактори John Deere серије 8000, 8010, 8020, 8000Т, Практикум I-део: Едиција Универзитетски уџбеник 148, Универзитет у Новом Саду, 2002, п. 242.
30. Николић Р, Савин Ј, Фурман Т, Томић М, Симикић М: Класификација и правци развоја трактора. Пољопривредна техника, 30(1), 2004, 9-16.
31. Николић Р, Савин Ј, Фурман Т, Томић М, Глигорић Радојка, Симикић М: Испитивање трактора према правилима ОЕЦД-а, Едиција Универзитетски уџбеник 181, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2006, с. 411.
32. Николић Р, Савин Ј: Предавања из предмета Пољопривредни трактори, 2008/2009
33. Николић Р, Савин Ј, Симикић М: Трактори - испитивање, Едиција Универзитетски уџбеник 185, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2007, обим 412 стр.
34. Николић Р, Савин Ј, Фурман Т, Часњи Ф, Томић М, Симикић М, Глигорић Радојка, Ружић Д: Теорија трактора – монграфија, Едиција Универзитетска научна књига, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, 2013, с. 632.
35. Петровић С, Томић М: Основи клипних мотора са унутрашњим сагоревањем, Машински факултет, Београд, 1991.
36. Петровић ет ал: Основни захтеви и карактеристике пнеуматика мобилних машина, Трактори и погонске машине, 2(1), 1997, с. 42-52.
37. Пириа, И: Трактор – познавање, одржавање, кварови и њихово отклањање, Нолит, Београд, 1983, 294.
38. Renius, K.T. 1987. Traktoren, 2nd edition. BLV Verlag, München.
39. Renius, K.T. 1999. Tractors – Two Axle Tractors. In Stout, B.A: CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III – Plant Production Engineering. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, 115-184.
40. Савин Ј: Оптимизација састава машинског парка у пољопривреди, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2004, с. 209.
41. Савин Ј, Николић Р, Симикић М, Фурман Т, Томић, М: Нове технологије за смањење емисије штетних издувних гасова, Ревизија агрономска сазнања, Вол. XVII, 2007, Но. 4, с. 26-27
42. Савин Ј, Симикић М, Николић Р: Пољопривредни трактори, Завод за уџбенике, Београд, 2009, с. 249
43. Савин Ј, Николић Р, Фурман Т, Томић М, Глигорић Радојка: Трактори "Belarus" MTZ, Практикум II-део: Едиција Универзитетски уџбеник 156, Универзитет у Новом Саду, 2003, п. 203.
44. Савин Ј, Николић Р, Фурман Т, Томић М, Глигорић Радојка, Валка М: Пољопривредни трактори - Трактори Massey Ferguson, Практикум III-део: Едиција Универзитетски уџбеник 160, Универзитет у Новом Саду, 2003, п. 242.
45. SRPS ISO 4252 (2014). Пољопривредни трактори - Место руковалаца, улаз и излаз—Мере.
46. SRPS ISO 5675 (2015). Трактори и машине за пољопривреду - Хидрауличке брзорастављиве спојнице опште намене.
47. SRPS ISO 11001-3 (2014). Пољопривредни трактори точкаши и оруђа - Уређаји за прихватање оруђа у три тачке - Део 3: Полужни уређај

48. SRPS ISO 730 (2014). Пољопривредни трактори точкаши - Задње полужје за прикључивање у три тачке - Категорије 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N и 4.
49. Симиновић Д: Поправите дизел-мотор, Аутотехника, Београд, 1990, с. 164.
50. Сувајџић, Д: Електроуређаји саремених возила, Привредни преглед, Београд, 1972, с. 97.
51. Service Grundlagen Kraftübertragung, FOS Deere & Company, Moline/Illinois, 1969,
52. Годоровић Ј: Испитивање моторних возила, Машински факултет, Београд 1986.
53. ТОМИЋ М, ПЕТРОВИЋ С: МОТОРИ СА УНУТРАШЊИМ САГОРЕВАЊЕМ, МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ, БЕОГРАД, 1994.
54. Техничка документација трактора SAME Titan 140,160 и 190, Messey Ferguson 6200 i 8200 и John Deere 6010, 6020, 7010, 8010 и 8020.
55. The different steps in stepless, Profi international, No.6, 2003, p.54-56.
56. Узелац И, Здравковић С: Правци развоја преносника снаге пољопривредних трактора - мењачки преносници, Савремена пољопривредна техника, Војвођанско друштво за пољопривредну технику, Нови Сад, 1994. бр. 5
57. FENDT FAVORIT 900 VARIO – каталог
58. FMO Fundamentals of Machine Operation: DEERE&COMPANY SERVICE PUBLICATIONS, Dept. FOS/FMO, 1991.
59. Fundamentals of Machine Operation, Deere & Company service publications, 1991, 271.
60. Цапек Д: Пољопривредни трактори, Техничка књига, Београд 1973.
61. CASE MX Magnum – каталог
62. CIGR HANDBOOK of Agricultural Engineering
63. Часњи Ф, Клинар И: Ергономске карактеристике пољопривредних трактора, Савремена пољопривредна техника, 1-2 (1991), стр. 39-44.
64. Часњи Ф: Ергономски недостаци пољопривредних трактора, Монографија, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1991, стр. 157.
65. Часњи Ф, Милидраг С, Музикравић В, Познановић Н: Неке могућности побољшања радне средине у кабини пољопривредних трактора, Трактори и погонске машине, 4 (1999) 2, стр. 203-209.
66. Wenner H.L. et al: Landtechnik Bauwesen, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 1980, p. 173.
67. www.cornways.de/history.html
68. www.tractordata.com
69. www.mehagro.net/Traktori.htm
70. www.ytmag.com/
71. www.auto.howstuffworks.com/automatic-transmission1.htm
72. www.carbibles.com/brake_bible.html
73. www.imperialclub.com/Repair/Steering/terms.htm
74. www.howstuffworks.com/steering2.htm
75. www.jumto.org.yu
76. <http://web.mst.edu/~liou/ME459/Actuators/hydraulic.htm>