

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Марина С. Теофиловић
Кочнице савремених пољопривредних
трактора
мастер рад

Крагујевац, 2019.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Аутомобилско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Аутомобилско инжењерство

Предмет: Конструкција возила

Број индекса: 410/2015

Марина С. Теофиловић

**Кочнице савремених пољопривредних
трактора
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Ванр. проф. Јасна Глишовић-ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

- прикаже основне задатке и захтеве који се постављају пред пољопривредне тракторе,
- објасни историјски развој и поделе трактора,
- опише развој трактора и система за кочење,
- прикаже основне компоненте система за кочење пољопривредних трактора,
- објасни кочне механизме трактора,
- прикаже трендове развоја система за кочење пољопривредних трактора,
- формира модел кочнице пољопривредног трактора.

Препоручена литература:

- [1] Савин, Л., Симикић, М., Николић, Р., Иванишевић, М. Пољопривредни трактори, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2016.
- [2] Бугарин, Р., Бошњаковић, А., Седлар, А. Машине у воћарству и виноградарству, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2014.
- [3] Bernik, R.: Tehnika v kmetijstvu, Traktor, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 2004
- [4] Тодоровић Ј., Кочење моторних возила, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1988.

Крагујевац, 01.09.2018.

Ментор:
Др Јасна Глишовић, ванр.проф.

Садржај:

1. Увод	1
2. Подела трактора	3
3. Развој трактора и систем за кочење.....	26
4. Основне компоненте система за кочење пољопривредних трактора.....	32
4.1. Командна кочница	33
4.2. Преносни механизам	33
4.2.1. Механички преносни механизам	34
4.2.2. Хидраулички преносни механизам	34
4.2.3. Пнеуматски преносни механизам	36
4.3. Кочнице.....	41
4.4. Паркинг кочница	41
4.5. Кочнице у предњем точковима.....	42
5. Кочни механизми трактора.....	44
5.1. Структурна и термална анализа диск кочнице пољопривредних трактора	46
5.2. Магнетореолошка течности	53
5.2.1. Принцип рада МР течности.....	54
5.2.2. Досадашње конструкције МР кочница	55
5.2.3. Нова конструкција	57
5.2.4. Кочни момент	58
6. Трендови развоја система за кочење пољопривредних трактора.....	61
7. Модел кочнице пољопривредног трактора	67
Закључак.....	70
Литература.....	72

Abstract

Under the vehicle's braking devices, all devices and elements of the system which are slowing down, stopping the vehicle, or maintaining the braking of the vehicle in the site are meant. The principle of operation of the brakes is to convert the kinetic energy of the vehicle into unusable heat energy, which reduces the speed of the vehicle to stop. In this paper, an analysis of the brakes of modern agricultural tractors with the emphasis on the multi-plate brakes that are most commonly used on them is carried out. In addition, a multi-wheeled agricultural tractor brakes model in the CATIA software package has been created.

Keywords: *braking device, stopping, tractor braking, multi-plate brakes, CATIA software package*

Резиме:

Под кочним уређајима возила подразумевају се сви уређаји и елементи система којима се врши успорење, заустављање возила или одржавање закочености возила у месту. Принцип рада кочница се своди на претварање кинетичке енергије возила у неискористиву топлотну енергију, услед чега се смањује брзина возила до заустављања. У овом раду је извршена анализа кочница савремених пољопривредних трактора са акцентом на вишедискосне (multi-plate) кочнице које се на њима најчешће користе. Поред тога, формиран је модел вишедискосне кочнице пољопривредног трактора у програмском пакету CATIA.

Кључне речи : *кочиони уређај, заустављање, кочење трактора, вишедискосне (multi-plate) кочнице, програмски пакет CATIA*

1. Увод

Трактор се током друге половине XIX века и прве половине XX века, развио у данашњу, конвенционалну форму. Ова форма великим делом дугује историји, као и чињеници да је то веома логично решење. Трактор, од појаве парних локомотива, а посебно од тренутка појаве првих трактора погоњених моторима са унутрашњим сагоревањем, заузима централно место у оквиру пољопривредне механизације.

Сматра се да је увођење трактора у пољопривреду највише допринело развоју механизовања пољопривредних радова, ослобађању човека од мукотрпног рада, па тако и развоју цивилизације. Конструктори су као идеју водиљу користили ранија конструкторска решења трактора који су били једноставна замена за вучне животиње. Сама конструкција трактора се користи предностима расподеле тежине на задње погонске точкове, што доводи до повећања вучне силе. Овако конструисано возило је веома стабилно у хоризонталној равни због тога што прикључна машина прати путању трактора, а својим отпором кретању доводи цео агрегат у праву линију. Према OECD (енг. *Organisation for Economic Cooperation and Development*) пољопривредни трактор дефинише се као самоходно возило са точковима или гусеницама, са основном применом у пољопривреди и шумарству које је пројектовано и изведено тако да може да задовољи следеће операције:

- да вуче приколице;
- да носи, вуче или покреће пољопривредна и шумарска оруђа и машине.

Прикључне машине које се прикључују на трактор на његовој задњој страни изазивају минимално премештање оптерећења и реактивног момента у хоризонталној равни (за разлику од прикључних машина које се везују са стране). Као резултат свега наведеног било је веома малих или скоро никаквих промена саме концепције трактора као возила кроз дужи временски период, док је са друге стране било великих побољшања у сфери мотора, трансмисије, пнеуматика, контролних система и управљања. Трактор репрезентује најважнију машину у пољопривреди, конструисану да вуче и погони варијанте разних прикључних машина и додатака примењених у комплексним технолошким операцијама пољопривредне производње. У многим земљама око 40 до 50% од укупне величине инвестиција у пољопривредну механизацију отпада на тракторе. Конструкционе карактеристике трактора који се користе у високо-развијеним земљама у задњих 30 година су се значајно промениле. Западноевропски и северноамерички земљорадници захтевају модерне, тзв. енгл. *“high-tech”* тракторе, опремљене најновијим техничким достигнућима која омогућавају високу продуктивност и ефективност. Све више и више пажње се поклања ергономским карактеристикама трактора, као и утицају трактора на околину [6].

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 [5].

2. Подела трактора

Према дефиницији трактор је врста моторног возила са једне стране, која може да учествује у јавном саобраћају, вучно – погонска машина са друге стране, која може да се широко користи у пољопривреди, индустрији, шумарству, грађевинарству и саобраћају. Са треће стране, трактор је технолошка радна машина која је у стању да у покрету или мировању предаје механичку енергију прикључним пољопривредним машинама.

Подела трактора се врши на више начина, а најчешће на основу примене и особина у пољопривредној производњи [4].

2.1. Према типу мотора

На тракторима се углавном уграђују и користе:

- дизел-мотори,
- ото (бензински) мотори.

2.1.1. Трактори са дизел-моторима

Савремени трактори који се производе у Европи, а и у свету, а посебно трактори средњих и великих снага готово редовно се опремају четворотактним дизел-моторима. Основне предности трактора са дизел-моторима су: економичнији рад (термички коефицијент корисног дејства 32 – 36 % према 24 – 28 % код ото мотора), дужи радни век пошто ради са нижим бројем обртаја па се мање троши – хаба, већих је димензија и тежине, што је погодно са гледишта вучне силе трактора.

Због бољег и потпунијег сагоревања убризганог горива мања је специфична потрошња горива изражена у g/kWh, а нижа емисија CO у издувним гасовима, свега 0,1 – 0,2 %, док је код ото мотора 1,4 %, што је скоро 10 пута више.

Недостаци трактора са дизел-моторима су: изразита осетљивост на чистоћу горива, због виших притисака, нешто је већа бука мотора, споро убрзава и није погодан за рад при великим бројевима обртаја, потребна већа снага за покретање – стартовање мотора, због компликованије конструкције и веће тежине набавна цена је већа, а већи су и трошкови одржавања.

2.1.2. Трактори са ото моторима

Код једноосовинских трактора и мотокултиватора мањих снага, као и у случајевима где не може да се употреби тежак и скуп мотор користе се ото мотори. Ови мотори за свој рад најчешће користе бензин, па се због тога називају и бензински мотори. Неки типови ото мотора могу да користе и петролеум.

Предности ото мотора су једноставнија конструкција, мања тежина, нижа набавна цена, лако стартовање, могућност рада са великим бројем обртаја, мања осетљивост на чистоћу горива, уз добро пригушење издувних гасова, мања бука при раду.

У пољопривреди ото мотори су посебно погодни код мањих моторних возила, малих пумпи, прскалица, косачица и струјних агрегата.

2.2. Према намени

Различити аутори на различите начине тракторе деле према намени, а једна од подела је на:

1. стандардне,
2. универзалне,
3. специјалне.

2.2.1. Стандардни трактор

Стандардни трактор се на почетку користио за замену запреге у вучи машина помоћу потезнице, а касније је добио прикључно вратило и хидраулични подизач за ношење машина (слика 1). Коришћењем прикључног вратила или ременице добија се могућност рада тракторског агрегата у месту (трактор стоји), а покрећу се покретни делови прикључне машине, на пример, пумпа система за наводњавање.



Слика 1. Стандардни трактор [4]

Сви новији типови стандардних трактора имају могућност подешавања размака точкова у попречној равни, чиме се добија могућност прилагођавања при раду код култура са различитим размаком између редова. Такође, постоји могућност подешавања вертикалног клиренса трактора (растојање од површине земљишта до најниже тачке трактора која се креће преко биљке), чиме се добија могућност кретања изнад култура мало веће висине без повреде усева.

Применом и комбиновањем различите опреме за искоришћење снаге трактора, уз подешавање оптималног размака између точкова трактора и вертикалног клиренса (проходности), могућа је широка употреба стандардног трактора у ратарској, повртарској, воћарско- виноградарској и сточарској производњи.

2.2.2. Универзални трактор

Универзални трактор за разлику од стандардног, има мало већи размак између предњих и задњих точкова и обично је то трактор са полушасијом, која омогућава везивање прикључних машина између предњих и задњих точкова (слика 2). У односу на стандардни трактор има повећан вертикални клиренс, па се лако креће преко изниклог усева без оштећења, али је због издигнутог тежишта мање стабилан што треба имати на уму посебно при кретању на успону, нагибу или у транспорту већим брзинама.



Слика 2. Универзални трактор [4]

Постоји могућност лаког подешавања размака точкова и могућност прикопчавања једног или више прикључака истовремено. Може успешно да се примењује у различитим областима пољопривреде за различите радне операције.

Неки типови ових трактора имају могућност скупљања предњих точкова – „трицикл“ систем, чиме се омогућавају боље маневарске особине и лакше окретање на крај парцеле.

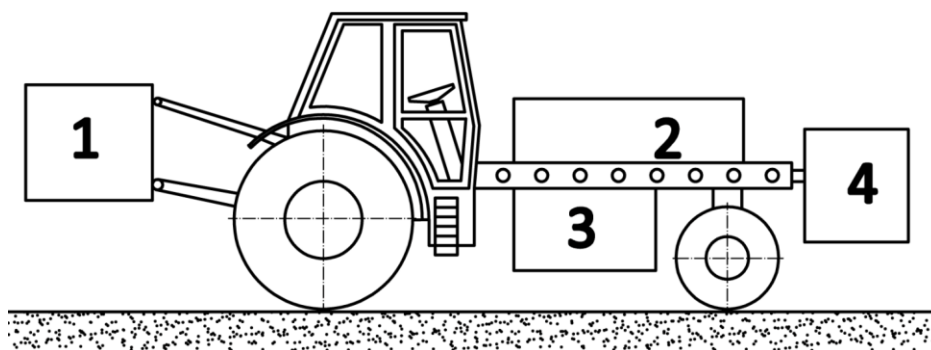
2.2.3. Специјални трактори

Специјални трактори или трактори специјалне намене су трактори чији су поједини склопови или читава конструкција прилагођени одређеној области примене где дају боље резултате, а и сам рад у специфичним условима је лакши, погоднији. Недостаци ових трактора су: виша набавна цена због прилагођене или нове конструкције, ужа област примене и мањи број радних сати у току године.

У ову групу спадају: носачи оруђа, самоходне шасије, уски воћарско–виноградарски трактори, трактори са специјално високим клиренсом, мали зглобни двоосовински трактори, једноосовински трактори, мотокултиватори, мобилни мостови, трактори камиони.

Носач оруђа - моторни је трактор специјалне намене чија је основна намена ношење различитих прикључака, оруђа, односно прикључних машина. Састоји се из предњег моста, задњег моста поред којег је постављен мотор с осталим склоповима, једног јаког, дужег носача- греде, који повезује предњи и задњи мост.

Носач оруђа је обично мале тежине и потребну тежину добија тек после монтирања потребних прикључака. Има велике могућности за бројна агрегатирања прикључака: иза носача (1), испред носача (4), у зони између предњих и задњих точкова (3) и то изнад или испод носача (2) (слика 3). Пошто су мотор и трансмисија постављени иза седишта назад, одлична је прегледност за време рада, а носач има велики број степени преноса (8 или више), са мењачем правца кретања, што омогућава одличну прилагодљивост агротехничкој операцији. За посебне операције, може да се мења положај седишта возача, точка управљача и осталих команди, када је то потребно. Све ове могућности, уз промену размака точкова, промену вертикалног клиренса, два прикључна вратила, поседовање и предњег хидрауличног подизача уз могућност померања предњег моста напред-назад по носачу, нуде заиста широку примену и велику прилагодљивост агротехничкој операцији.



Слика 3. Носач оруђа са могућностима за прикључавање, где су прикључци за агрегат: 1- иза носача, 2- између точкова изнад носача, 3- између точкова испод носача, 4-испред носача [4]

Самоходна шасија- за разлику од носача оруђа, обично има 2 носача која повезују предњи и задњи мост, са нешто већом снагом погонског мотора. Због појачане шасије и мотора може да носи компликованије машине, па чак и комбајне (слика 4).

Употребом носача оруђа и самоходних шасија смањују се трошкови опремања и комплетирања појединих процеса код култура, али је потребно нешто више времена за опремање и адаптацију агрегата.



Слика 4. Самоходна шасија без прикључака [4]



Слика 5. Носач оруђа са прикључцима [4]

Уски воћарско – виноградарски трактор одликује се смањеном ширином и висином у односу на стандардни трактор (слика 6 и слика 7). Намењен је за рад у воћним засадима и плантажама винове лозе, с ужим размаком између редова, где је због ограниченог простора отежан или потпуно онемогућен рад стандардног трактора.

Смањена висина омогућава му лакше кретање испод воћних круна, а смањена ширина пролазак и кретање без качења за гране, младаре, ластаре. Према врсти ходног механизма воћарско-виноградарски трактори се производе као точкаши, гусеничари и полугусеничари.

Трактори точкаши производе се са погоном на задње или на задње и предње точкове. Ради смањења притиска на земљиште, посебно код комбинованих агрегата, точкови трактора су опремљени нископритисним широкопрофилним пнеуматичима.



Слика 6. Воћарско–виноградарски трактор са једноструким рамом [4]



Слика 7. Воћарско–виноградарски трактор са заштитном кабином [4]

Уски трактори гусеничари су често сужене варијанте стандардног гусеничара (слика 8). Осим смањене ширине, због стабилности и смањеног притиска на подлогу, чланци гусенице треба да буду веће ширине. Смањена ширина трактора добија се редукцијом погонских полу-вратила и кућишта задњег погонског моста, односно предњих осовина предњег моста. Смањена висина трактора постиже се употребом точкова мањег пречника, закретањем кућишта бочних редуктора око осе полувратила.



Слика 8. Уски воћарско – виноградарски трактори гусеничари [4]

Смањењем ширине трактора, односно размака точкова у попречној равни смањује се стабилност трактора што је посебно значајно при кретању на попречном нагибу. Смањењем висине трактора смањује се вертикални клиренс, а услови стабилности поправљају. Смањени клиренс није негативна особина воћарско–виноградарског трактора,

пошто се он не креће изнад усева као што је случај у ратарству, него испод воћних круна или винове лозе. Употребом точкова мањег пречника смањује се и брзина кретања трактора, што такође није неповољно, пошто се код вишегодишњих засада тражи већа прецизност и добра стабилност за време кретања и рада како трактора, тако и комплетног агрегата.

Новија решења ових трактора имају и предњи хидраулични подизач и предње прикључно вратило, уз то и нешто снажније моторе, што им омогућава прикопчавање и ношење као и погон додатне машине и испред трактора, што даје могућност за свестранију примену агрегата и обављање две радне операције истовремено.

Добро би било да су опремљени посебним добро прегледним кабинама, заобљеног облика често са провидним кровом како би могла да се прати позиција јачих грана. Нека решења воћарско – виноградарског трактора уместо кабине имају једноструки или још боље двоструки заштитни рам (слика 7) који има две функције: у процесу кретања и рада штити возача од грана, а са друге стране при раду и кретању на нагнутим теренима у случају превртања трактора, спречава вишеструко превртање трактора (трактор се наслања на рам) и тиме спречава велике повреде и страдање возача. Зона точкова често је опремљена заобљеним заштитним лимовима, чији је задатак да спрече захватање и повреду биљних делова.

Фарови се монтирају унутар трактора, због качења за гране и ластаре, а слична је ситуација и са пречистачем за ваздух. Издувна цев и издувни лонац мотора, који су код стандардних трактора постављени вертикално изнад мотора, код ових трактора монтирани су испод мотора и трактора.

Воћарско–виноградарски трактори изван сезоне у воћарству и виноградарству могу да се користе у сточарству за довоз хране у стајама и извоз стајњака, у ратарству као допунске машине, за транспорт, у повртарству у стакленицима и пластеницима, у хмељарницима и шумским засадама, у комуналним делатностима.

Трактори са специјално високим клиренсом - користе се код култура с ужим размаком редова а веће висине, где не могу да се користе стандардни трактори, јер би дошло до великог повијања и оштећења усева. У нашим условима користе се за уклањање метлице код семенског кукуруза, заштиту високораслих ратарских култура (сунцокрет) од болести и штеточина, али и негу и заштиту винограда с уским размаком редова и шпалирних воћњака, а на том принципу је и комбајн за бербу грозђа.

За време рада прелазе преко једног, два или чак и три реда културе, без оштећења. Размак точкова у попречној равни обично се креће у границама од 170–290 cm, како би се

задржала стабилност трактора. Израђују се са три точка (трицикл систем), са задњим погонским а предњим управљачким. Старија решења имала су моторе мање снаге до 20 kW, а новија до 60 kW.

То нису стандардни трактори са повећаним клиренсом, него ново специјално решење где су мотор, седиште за возача и остали погонски склопови високо подигнути (до 2 m) на специјалне носаче, како би без сметњи и качења могли да се крећу преко нараслог високог усева.

Производе се два типа ових трактора:

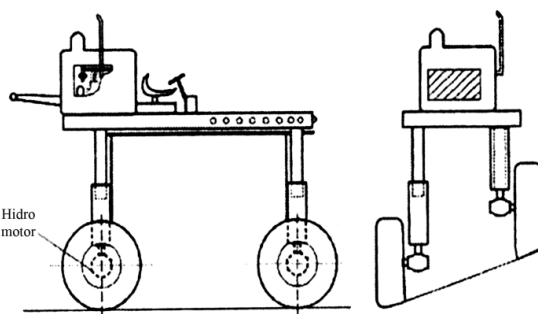
- изведено решење (слика 9а),
- оригинално решење (слика 9б).

Код **изведеног решења**, као код стандардних трактора, мотор и остали склопови остају напред само су високо подигнути на круте носаче. Пренос на задње погонске точкове јесте механички помоћу ланчаника или зупчаника, а управљачки су само предњи точкови који су због веће стабилности постављени на већем растојању. Због тога је маневрисање трактором отежано, могућност агрегатирања прикључних машина је ограничена, а вучна сила на потезници смањена.

Код **оригиналног решења**, мотор, трансмисија и други склопови постављени су назад изнад погонских точкова, чиме се добија на прегледности (седиште за возача и управљач са контролном таблом може бити померено сасвим напред), предњи и средњи део шасије - рама ослобођен је за монтирање прикључака изнад, испод или са стране у зони између предњих и задњих точкова. Због повећане тежине на погонским точковима већа је вучна сила. Пренос снаге и обртног момента на точкове је хидраулични преко хидромотора, сва четири точка су управљачка, па је маневрисање и окретање олакшано. Код новијих решења погонски склопови постављени су на хидрауличним стубним носачима, што омогућује нивелацију трактора и независно прилагођавање леве и десне стране. Нека решења имају и могућност врло брзог подешавања размака точкова у попречној равни преко хидрауличних цилиндара, чиме се трактор прилагођава конкретној култури и условима рада.



а)



б)

Слика 9. Трактор са високим клиренсом:

а) – изведена конструкција, б) трактор са високим клиренсом – оригинална конструкција [4]

Код монтирања прикључака веће масе као што су то резервоари прскалица или орошивача, треба водити рачуна да је тежиште прикључка што ниже и ближе површини земљишта, како би се што мање реметила и погоршавала стабилност трактора. Обично се ови делови постављају у зони ходног механизма трактора, између предњег и задњег моста са малом ширином, а већом висином и дужином, како би проходност агрегата била што боља.

Примена трактора са специјално високим клиренсом нуди низ предности: могућност рада и кретања код високораслих култура без качења или оштећења усева, снажни трактори користе се код обраде ускоредних винограда или засада, основни параметри (ширина, клиренс) код новијих конструкција могу да се подешавају према захтевима културе, место возача је високо подигнуто па је прегледност при раду изузетна, висока позиција радне машине (орошивача) омогућава повећани домет млаза при раду.

Недостаци су: смањена стабилност трактора због подигнутог тежишта, скупља конструкција због чега ће бити рентабилна, ако се користи бар 1.000 радних сати годишње.

Мали зглобни двоосовински трактор – мање снаге до 22 kW, користи се у брдским подручјима и код вишегодишњих засада с ужим размаком између редова. Предњи и задњи део трактора су зглобно повезани (слика 10) а управљање се обавља заокретањем предњег дела око задњег помоћу посебног механизма. Предњи и задњи точкови трактора су истог пречника и исте ширине и сви су погонски (слика 11).

Код статичке расподеле тежина, већи део оптерећује предњи погонски мост (60%) а остатак (40%) отпада на задњи мост. У раду, приликом оптерећења и кретања са

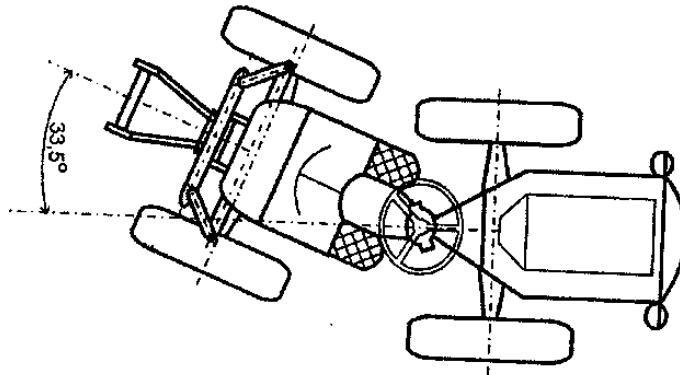
прикључном машином, долази до прерасподеле тежина и преношења дела тежине са предњег моста и дела оптерећења прикључне машине на задње точкове, па су предњи и задњи точкови приближно равномерно оптерећени (50 : 50%), и равномерно учествују у вучи.

Због бољег искоришћења тежине, реализују се вучне силе за 30 - 40% веће него код стандардних трактора исте снаге мотора и исте тежине. Пошто су малих димензија и компактни веома су погодни при раду у виноградима с уским размаком између редова, шпалирних воћњака, расадника, а могу успешно да се користе и у комуналним делатностима.

Могу да имају велики број прикључака и оруђа (50 и више), с агрегатирањем иза или испред трактора, с тим да елементи за прикопчавање прикључака нису стандардизовани, као што је то случај код стандардних трактора. У ратарству и повртарству се користе и зглобни трактори великих снага, чак преко 180 kW, који ради смањења притиска на земљиште и повећање вучне силе могу да имају и удвојене точкове.



Слика 10. Мали зглобни трактор [4]



Слика 11. Шема управљања зглобним трактором [4]

Једноосовински трактори- назив су добили по томе што имају само једно погонско вратило са погонским точковима (слика 12). У процесу рада руковац се креће иза трактора и ручно помоћу полуга и ручица управља трактором.

Користе се на малим површинама у равницама и још више на стрмим брдско-планинским пределима где постоји озбиљна опасност од превртања стандардног трактора, а због уских и лоших путева отежан је и приступ парцелама.

Опремају се дизел или ото мотором снаге 3 – 9 kW. При раду на већим нагибима сматра се да ови трактори не би требало да имају снагу већу од 4,5 kW и већу тежину, јер у том случају могу бити опасни по руковаоца и могу да изазову незгоду.



Слика 12. Једноосовински трактор са ротационим култиватором [4]

Мотокултиватори (моторне копачице) – користе се за обраду најмањих њива, башти, вртова и окућница (слика 13). Немају сопствени ходни механизам, него вратило фрезе са мотичицама–ножевима чијим се принудним окретањем обрађује земљиште и истовремено омогућава кретање мотокултиватора. Управљање се обавља ручно помоћу полуга и ручица од стране руковаоца, који се креће иза мотокултиватора. Опремају се погонским ото или дизел-мотором мање снаге 2,2-5 kW. Ширина захвата мотокултиватора зависи од снаге погонског мотора и дубине рада и обично се креће у границама од 30-120cm. У новије време, на мотокултиваторима који се користе у заштићеном простору, уграђују се електромотори мање снаге, који стварају мању буку и не стварају штетне гасове. Погонски електромотор се напаја из електричне мреже помоћу кабла.

Скидањем ротора фрезе са ножевима и уградњом точкова мотокултиватор се преобраћа у једноосовински трактор. Код неких типова мотокултиватора мање снаге ова могућност није предвиђена.



Слика 13. *Мотокултиватори са помоћним точком [4]*

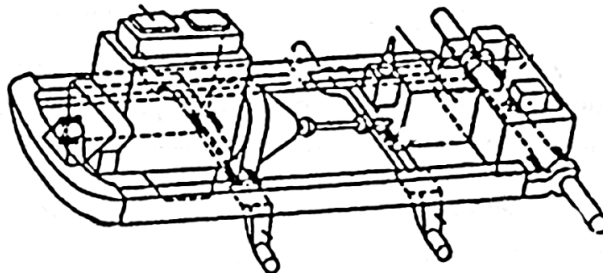
2.3.Подела трактора према врсти шасије

Трактори се према конструкцији рама – шасије (постоља) који носи и повезује све важне склопове могу поделити на:

- тракторе са рамом-шасијом,
- тракторе са полу-шасијом,
- тракторе без шасије.

2.3.1.Трактори са рамом

Трактори са рамом - шасијом, имају посебно постоље израђено од јаких уздужних и попречних носача који су међусобно спојени по читавој дужини трактора, које носи мотор, мењач са редуктором и задњи погонски мост са диференцијалом (слика 14). За рам су везани и носачи ходног механизма преко којих се рам са свим склоповима ослања на возни трап.



Слика 14. *Шасија трактора с основним склоповима [4]*

2.3.2. Трактори са полушасијом

Трактори са полушасијом имају краћи рам монтиран испод мотора и изнад предњег моста трактора, а задњи део уздужних носача везан је за кућиште мењача и редуктора. Обично ови трактори имају нешто већи размак између предњих и задњих точкова. Овакав скраћени рам служи не само за ношење мотора, него и за прикопчавање прикључних машина обично са бочне стране између предњих и задњих точкова (слика 15)[4].



Слика 15. Трактор са полушасијом [4]

2.3.3. Трактори без шасије

Трактори без шасије - код новијих конструкција стандардних трактора углавном се не израђују посебни рамови, него су њихову функцију преузела појачана кућишта свих основних склопова која су међусобно повезана јаким завртњима у блоку. Блок и кућиште мотора везани су јаким завртњима за кућиште мењача и редуктора, а оно је везано за кућиште задњег моста и диференцијала. За кућиште диференцијала, причвршћене су бочни носачи точкова (трубе) са погонским полувратилима.

Трактори су смањене дужине и масе, захтевају квалитетнији и робуснији материјал за израду кућишта свих склопова (слика 16).



Слика 16. *Домаћи трактор (ИМТ) без шасије [3]*

2.4. Подела трактора према врсти ходног механизма

Ходни механизам трактора има задатак да омогући несметано кретање – вожњу трактора, да омогући управљање, односно промену правца кретања трактора, а у контакту ходног механизма и подлоге реализује се вучна сила трактора. У склопу појединих делова ходног механизма (главчине точкова) уграђени су делови (добоши) кочница, па се преко делова ходног механизма обавља и кочење трактора. Пошто су точкови или гусенице најнижи делови трактора они носе целокупну тежину трактора, а еластични елементи (пнеуматици точкова) донекле ублажавају вибрације за време рада и имају улогу амортизера.

Према врсти ходног механизма трактори се деле на:

1. точкаше,
2. гусеничаре,
3. полугусеничаре.

2.4.1. Трактори точкаши

Трактори точкаши, су у светским размерама најраширенији тип трактора, који се производе у разним варијантама. Предности ових трактора су: једноставнији су, а самим тим и јефтинији, могу да се крећу већим брзинама, имају добре маневарске особине, а при раду су мање бучни.

Ходни механизам ових трактора састоји се из носача точкова и точкова са пнеуматичима. На задњем мосту постављени су задњи погонски точкови с елементима кочница, а на предњем мосту (осовини) предњи точкови за вожњу и управљање. Најједноставнија варијанта трактора точкаша јесте са великим задњим погонским точковима и малим

предњим точковима за вожњу и управљање – (4 x 2)К. Најчешће се израђују у категорији мање снаге.

Ради повећања вучне силе и снаге на потезници уз исту масу трактора и снагу мотора, посебно у тешким условима (влажно земљиште или кретање уз нагиб), производе се и трактори са погоном на сва четири точка за тешке радове као што су орање, подривање, дубоко култивирање и сл.

Код трактора са погоном на сва четири точка постоје две врсте:

- са предњим погонским точковима мањег пречника (4x4)К (слика 18), развијена на основу концепције (4x2)К (слика 17),
- са предњим погонским точковима истог пречника као и задњи, са варијантом (4x4)К, или (4x4)З (К- компактни, З- зглобни) (слика 19).

За сада су у пракси најзаступљенији трактори концепције (4x2)К и (4x4)К.



Слика 17. Трактор (4 x 2)К [3]



Слика 18. Трактор (4 x 4)К [3]



Слика 19. Зглобни трактор (4x4) 3 велике снаге [3]

Точкови и пнеуматици трактора. На почетку развоја трактора точкови су израђивани од метала (слика 20) с изразитим канцама на обимном делу точкова, које су омогућавале добро приањање за подлогу и велике вучне силе, али уз потресе при раду и сметње при кретању по тврдој подлози.

С временом точкови трактора добијају пнеуматике (спољашња и унутрашња гума са ваздухом под притиском), прилагођене за рад на парцелама с елементима за добро приањање и реализацију вучне силе трактора.

У том смислу пнеуматици трактора се разликују од пнеуматика других врста возила. На пнеуматичима задњих - погонских точкова изведена су изразита ребра посебног облика, укошена у односу на попречну осу точка.

На обимном делу предњих пнеуматика трактора постоје вертикални прстенови (слика 17), а посебно је централни изражен, са задатком да се при кретању по мекој подлози зарије у земљиште и омогући лакше скретање. Ако су предњи точкови истовремено и погонски, уместо вертикалних прстенова постоје коса ребра - рипне, као код задњих точкова.

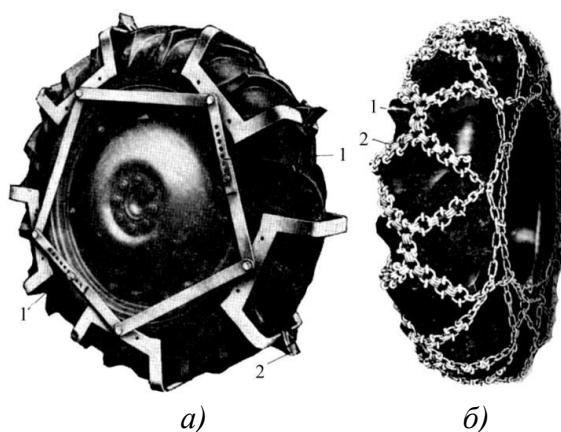


Слика 20. Изглед трактора са металним точковима [3]

У тешким земљишним условима када је приањање недовољно понекад се користе:

- дупли точкови (слика 22 а),
- решеткасти метални точкови (слика 22 б),
- ланци преко пнеуматика (слика 21 б) ,
- зглобни хватачи (слика 21 а).

При раду по влажном земљишту применом дуплих – удвојених и решеткастих точкова повећава се додирна површина точкова и подлоге, а смањује специфични притисак и проклизавање точкова.

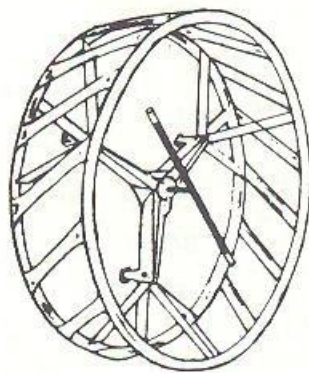


Слика 21. Точкови трактора са: а) - зглобним хватачима; 1 - спољашња гума, 2 - капа зглобног хватача; б) - ланцима: 1 - спољашња гума, 2 – ланци [3]

Предност примене зглобних хватача је у томе што се у периоду примене и коришћења на парцелама, периферни делови хватача монтирају преко спољашњег дела пнеуматика, после завршеног рада, ослобађањем веза релативно брзо се периферни делови преклопе ка спољашњим странама дискова точкова, чиме се обезбеђује несметан транспорт по путевима свих врста.



а)



б)

Слика 22. Додатна опрема трактора точкаша: а) трактор са левим дуплим точковима, б) метални решеткасти точак (везује се за основни точак) [3]

2.4.2. Трактори полугусеничари

У ређим случајевима, када ни додатна опрема трактора точкаша не задовољава тражене услове у погледу приањања точкова за подлогу и реализацију вучне силе, могу да се користе трактори полугусеничари. Они када је реч о ходном механизму комбинују точкове, обично на предњем мосту трактора, а на задњем мосту користе "скраћене" гусенице.

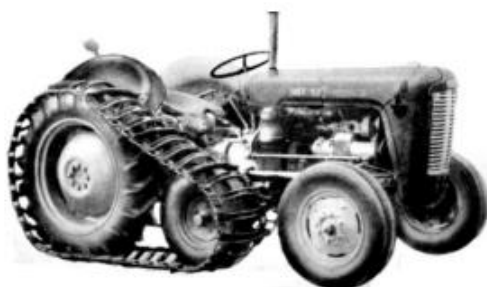
Гусенични део може бити двојако изведен:

- са ланчастом траком (гусеницом) монтираном преко пнеуматика задњег точка и мањег додатног точка (слика 23 а),
- са металном гусеницом, погонским ланчаником и два точка за вођење (слика 23 б).

Коришћењем трактора полугусеничара, смањује се специфични притисак на подлогу и клизање, побољшава приањање и вучна сила трактора, уз боље искоришћење снаге мотора.

Недостаци трактора полугусеничара су:

- монтирање и адаптација гусеница захтева извесно време,
- отежано је и успорено кретање по тврдим путевима,
- у односу на тракторе точкаше то је скупље решење, а виши су и трошкови одржавања.



а)



б)

Слика 23. Трактор полугусеничар: а) са ланчастом траком (гусеницом) монтираном преко пнеуматика задњег точка, б) са гусеницом, погонским ланчаником и два точка за вођење [3]

2.4.3. Трактори гусеничари

Користе се за тешке радове у пољопривреди и на оним земљиштима која не подносе велика сабијања. При раду у влажнијим условима, због знатно веће контактне површине између гусеница и подлоге, мање сабијају земљиште и лакше се крећу. Уз исту снагу мотора и масу трактора, имају значајно веће вучне силе на потезници у односу на тракторе точкаше. Имају знатно нижи специфични притисак на земљиште око 5 N/cm^2 , у односу на тракторе точкаше, који изазивају притисак око 9 N/cm^2 .

Недостаци трактора гусеничара су следећи: ходни механизам (гусенице) је скупљи и компликованији, а скупљи су и делови и одржавање, класични гусеничари са металним гусеницама су непогодни за транспорт по бетонским и асфалтним путевима јер долази до оштећења путева и хабања ходног механизма, транспорт се обавља мањим брзинама, а у раду и кретању праве већу буку.

Трактор гусеничар се преко носећих ваљака-потпорних точкова котрља по својим гусеницама, попут точкова железничког вагона, који се котрља по шинама.

Код трактора гусеничара потпорни точкови се котрљају по гусеницама (шинама), с тим да их трактор у процесу кретања стално полаже испред себе – повлачи испод себе.

Гусенице - тракционе ланце обично покрећу погонски ланчаници са задње стране, који су причвршћени за погонска полувршила. На предњој страни налазе се водећи точкови - точкови за усмеравање, са механизмом за затезање гусеница у уздужном правцу. По доњој страни гусеница котрљају се носећи точкови, чије су осовине везане за колица гусеница.

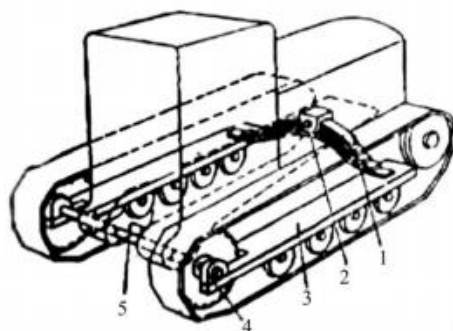
На колица се ослања рам - оквир трактора. Колица гусеница носе водеће ваљчиће, који придржавају горњи део гусенице.

Грађа гусенице је тако изведена да дозвољава лако кретање преко неравнина, уз независно подизање и спуштање леве, односно десне гусенице. То омогућава јака лисната или завојна опруга између рама и гусеница. Потресе у уздужном правцу ублажава опруга са механизмом за подешавање водећег точка („лењивца“).

2.4.3.1. Гусеничари са полукрутом гусеницом

Код овог типа гусеничара сви ослони-потпорни точкови, преко својих осовина круто су везани за чврсту греду (слика 24), која је преко опруге полуеластично везана за рам гусеничара. Свака гусеница се помоћу опруге независно прилагођава неравнинама, али сви ослони точкови и чланци гусенице који се на њих ослањају су круто везани за свој носач - греду, па се заједно подижу или спуштају. При раду на меком и влажнијем земљишту гусеница се равномерно укопава и даје добре резултате. Кретање појединих чланака гусеница је избегнуто, па је трошење и хабање чланака мало.

Међутим, при кретању гусеница по тврдом, сувом, неравном терену, гусеница се преко гребена подиже као целина, што смањује налегање, повећава клизање а при спуштању изазива веће ударе и вибрације са мањом радном брзином.



Слика 24. Шема трактора са полукрутом гусеницом: 1- предњи листаста - пераста амортизер, 2- зглобна веза, 3- крута греда - носач, 4 - погонски ланчаник, 5 - погонско вратило [3]

2.4.3.2. Гусеничари с еластичном гусеницом

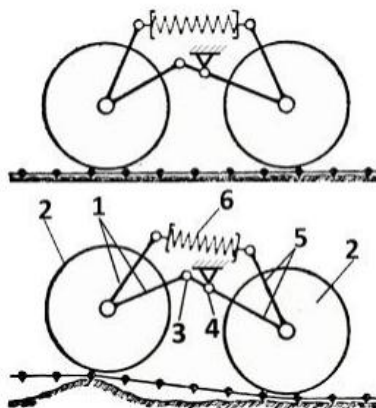
Иако је ово нешто скупље решење, уз то због већег релативног кретања појединих чланака гусенице, једних у односу на друге, веће је и брже трошење чланака гусенице, оно

је погодније и чешће се користи у пољопривреди, јер омогућује рад са већим брзинама (слика 25).



Слика 25. *Шема трактора с еластичном гусеницом [3]*

Код овога типа гусеница, по два ослона ваљка са припадајућим деловима чине балансна колица и она су еластично везана за свој носач, што даје могућност да се свака колица, са чланцима који се на њих ослањају могу независно да прилагођавају неравнинама на терену заокретањем око зглоба (4), с тим да се сваки ваљак у одређеним границама (систем полуга - балансира и опруге) може независно да подиже и спушта. Тиме се обезбеђује увек добро налегање гусенице, боља вучна својства и мање клизање и удар (слика 26).



Слика 26. *Шема рада баланских колица: 1 - унутрашњи балансир, 2 - носећи точкови, 3 - осовиница која спаја балансира, 4 - рукавац око којег се окрећу колица, 5 - спољашњи балансир, 6 - опруга балансира [3]*

2.4.3.3. Гусеничари са гуменим гусеницама

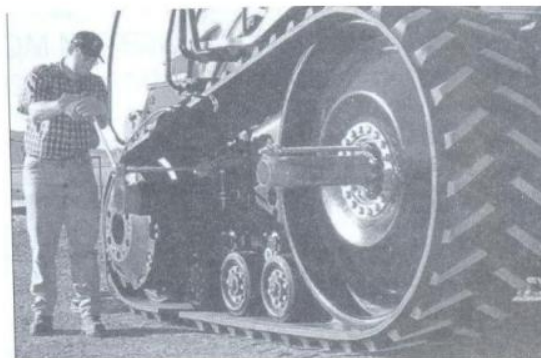
Да би се отклонили недостаци трактора са металним гусеницама, у новије време раде се гусеничари са гуменим гусеницама (слика 27 а). Спољашњи делови гусеница су израђени од посебне гуме, а унутар су уграђена челична ужад која јој дају чврстину.

Гусеничари са гуменим гусеницама могу брже да се крећу, могу да се крећу и по тврдим путевима без оштећења. Са спољашње стране гумене гусенице уграђена су ребра која мењају чланке металне гусенице, односно ребра пнеуматика точка.

Новија решења гусеничара са гуменим гусеницама имају допунски механизам помоћу којег се по потреби може да мења ширина трага гусеница (слика 27 б) [3].



а)



б)

Слика 27. Гусеничари са: а) гуменом гусеницом б) подешавање трага гусеница са великим погонским и мањим водећим точком [3]

3. Развој трактора и систем за кочење

Наука о пољопривредним машинама стара је преко стопедесет година и она се издвојила из опште науке о пољопривреди – агрономије. С временом је касније дошло до развоја и издвајања посебних дисциплина: машина у ратарству, машина у заштити биља, машина у воћарству и виноградарству, машина у сточарству, итд.

Пољопривредна производња се хиљадама година уназад заснивала на живом људском раду, а пошто је тај рад физички врло напоран и тежак, људи су стално размишљали како да га олакшају.

Прва оруђа и направе које су олакшавале човеков рад јавиле су се пре пар хиљада година. С временом, оруђа и направе су се постепено усавршавале и тако су настајале пољопривредне машине и механизација. Оруђа, машине и алати су се из дана у дан, из године у годину усавршавала док нису достигла садашњи степен развоја, а развој и усавршавање ће се наставити и убудуће.

До половине XIX века, у пољопривредној производњи претежно су се користила оруђа за ручни рад и уз њих рало или плуг за рад запрегом. Од половине XIX века почиње масовнија производња и коришћење машина за запрежну вучу.

Открићу и коришћењу данашњих типова мотора, трактора и возила претходио је дуг и мукотрпан пут обележен значајним проналасцима. Конструисање парне машине, као представника мотора са спољашњим сагоревањем, од Џејмса Вата (енг. James Watt) 1769. године, представља претечу садашњих мотора. Парна машина налази најпре примену у рудницима, а затим за погон бродова и локомотива.

Средина XIX века обележена је значајним открићима: проналаском и подизањем првог индустријског постројења за дестилацију нафте 1849. године, што убрзава промене и стварање мотора који су данас у примени.

Исте године конструкцијом локомотиве (стационарне са погоном од парне машине) примењене у пољопривреди за погон вршалице, а мало касније 1854. године јавља се и покретна парна машина.

Примена парне машине у индустрији омогућила је прави препород, међутим, изван очекивања нашла је знатно касније ограничену примену у пољопривреди, због конзерватизма и традиционализма (преношење знања са колена на колена код

пољопривредника) и аутархијске природе пољопривреде (сама себи довољна). Ипак, половином XIX века индустрија почиње да производи материјале, који све више замењују дрво при изради пољопривредних машина.

1878. године Аугуст Ото (енг. August Nikolaus Otto) је изложио свој мотор који је имао све особине данашњег ото мотора. Изложени мотор имао је корисни степен деловања од 12 % [4].

На основу дате дефиниције трактора може се рећи да је први трактор конструисан 1860. године. Компанија „Фаулер Грета Бритн“ (*Fowler & 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“ (*Rusel*) произведен 1906. године, слике 28. С временом су парни мотори замењени моторима с унутрашњим сагоревањем у периоду од 1890. до 1910. године.



Слика 28. Трактори на парни погон „Расел“ (*Rusel*), 1906. год. [5]

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 (енг. John Froelich), слика 29., трактор је имао уграђен једноцилиндрични мотор снаге 15kW.



Слика 29. Трактор „Фордсон“ (Fordson), Anonim FMO (1991. год.) [5]

1920. године обављено је прво испитивање трактора у Небраски. Ова испитивања су превентивно 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 берача пшенице, недостатак стандардизовање 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 погон уређај који користи део снаге мотора трактора за погон машине, док их у исто време трактор 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-трактори 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 прикључивање оруђа у три тачке. Код ношених машина, уз употребу хидрауличног система, могла је аутоматски да се мења радна дубина оруђа и одржава једнак задати вучни отпор. Систем ослањања 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. године појавио се први трактор, произведен у САД-у, са прикључним вратилом погоњеним директно од мотора. Одвојена спојница прикључног вратила омогућава руковаоцу да покрене и заустави обртање прикључног вратила независно од главне спојнице 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 веома скупа опција.

1958. године уведена је трансмисија са вишим и нижим степеном преноса „пауршифт“ (енг. *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 руковаоцу да мења у покрету, без одвајања стандардне трансмисионе спојнице.

1959. године уведен је потпуна „пауршифт“ трансмисија. То омогућава руковаоцу да мења степене преноса без одвајања спојнице 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 Индустије мотора Раковица, са задатком да ИМТ и друге произвођаче снабдева моторима. Иначе, почетак рада ИМР-а везује се за оснивање Индустије аеропласних мотора д.д. 1927. године. 1928. године произведен је први југословенски авионски мотор „Јупитер“. 1949. године произведен је први југословенски авионски мотор „задругар“, Т-08 са бензинским мотором. 1954. године потписује се уговор о куповини лиценце дизел „Перкинс“ (енг. *Perkins*) мотора, а 1959. уговор о производњи трактора по лиценци италијанске фирме „Ландини“ (енг. *Landini*) [5].

Према Правилнику о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, трактор се дефинише као моторно возило које је према конструкцији, уређајима, склоповима и опреми намењено и оспособљено за гурање, вучење, ношење или погон измењивих прикључака за извођење пољопривредних, шумских или других радова и за вучу прикључних возила.

Трактор представља централно место у оквиру пољопривредне механизације. Појава трактора је највише допринела развоју механизовања пољопривредних радова и трактор као самоходно возило на точковима или гусеницама мора да задовољи две основне операције:

- да вуче приколице и
- да носи, вуче или покреће пољопривредна оруђа и машине.

Самим тим трактор је најважнија машина у пољопривреди зато што са прикључним машинама обавља сложене вишенаменске функције. Трактор је основни извор енергије за рад са прикључним машинама и оруђима, има велику универзалност примене па од њега зависи економска оправданост улагања у механизацију. Такође, снабдевеност тракторима и прикључним машинама представља основ за рационалније коришћење природних ресурса. О значају трактора довољно говори податак да у Србији има око 400.000 двоосовинских и око 200.000 једноосовинских трактора и да је годишња потреба око 20.000 двоосовинских јединица, при чему је највећа потреба за тракторима снаге до 70 kW због уситњених газдинстава. Колико се и у свету поклања пажња развоју трактора говори податак да је од 1998. године установљена награда “Трактор године” који додељује двадесет техничких магазина из разних земаља, слика 30 [8].



Слика 30. *Трактор године за 2013. годину [8]*

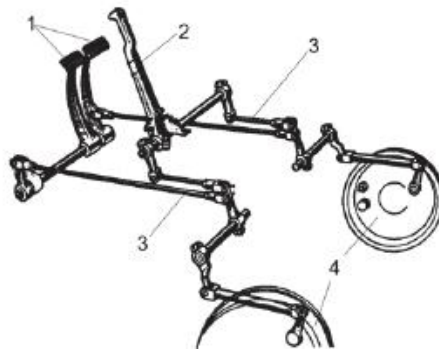
4. Основне компоненте система за кочење пољопривредних трактора

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 систем треба да задовоље и додатне услове:

- при кочењу, нарочито при максималним успорењима треба да обезбеде стабилност трактора. При том се превентивно 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 мирис услед трења и повећања температуре између облоге и добоша (или диска),
- могућност кочења у свим положајима точкова у односу на каросерију возила, односно приколице.

Системи за кочење састоји се, у принципу од, слика 31:

1. команде,
2. ручна кочница,
3. преносног механизма и
4. кочнице.



Слика 31. Елементи уређаја за кочење: 1. Педала; 2. Ручица; 3. Механички преносни механизам; 4. Кочнице, *Anonim CEMAGREF (1991. год.) [5]*

Према намени, кочнице, као подсистеми, могу бити:

- радне,
- помоћне и
- паркирне.

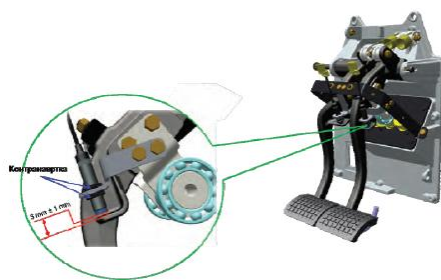
4.1. Командна кочница

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 активирати. Радна кочница се активира, углавном, ногом преко папуче (1), слика 31, 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 смањивања радијуса окретања током орања, сетве, култивирања итд. Међутим, у транспорту кочнице не смеју да се независно користе, јер би то довело до заносења и евентуалног превртања трактора. Због тога на командама постоје браве које забрављују кочнице, тако да се делује на обе заједно, слика 32.



Слика 32. Раздвајање и спајање педала кочница [5]

Код савремених трактора уграђени су сензори положаја, који имају задатак да детектују сигнал и оптимизују ход педале кочнице, слика 33.



Слика 33. Педале кочнице на тракторима „Масејфергусон“, серија 8700 [5]

4.2. Преносни механизам

Преносни механизам служи за пренос силе (3), слика 31, 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 **сервопојачавачем**,
- на основу импулса, који потиче од енергије возача, преношење енергије са других извора. То су преносни механизми са **потпуним серводејством**.

Напред наведена принципијелна решења преносних механизма могу да се реализују као:

- механички систем,
- хидраулички системи и
- пнеуматски системи.

4.2.1. Механички преносни механизам

Механички преносни механизам (3), слика 31, спадају у врсту преносних механизма, код којих се сила на команди преноси на кочнице без појачавања.

Од свих извођача 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 (прашине, 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.

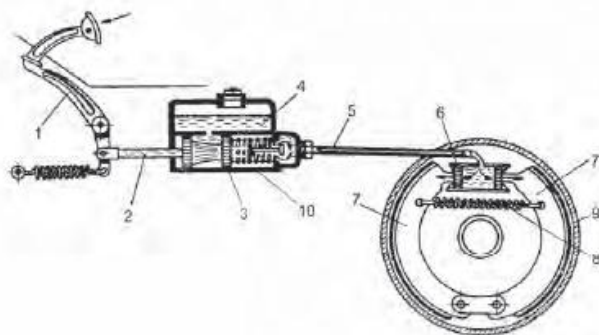
4.2.2. Хидраулички преносни механизам

Хидраулички преносни систем могу бити решени на сва три основна принципа деловања:

- искључивим преносном енергије возача, слика 34,
- са сервопојачивачима и
- са потпуним серводејством.

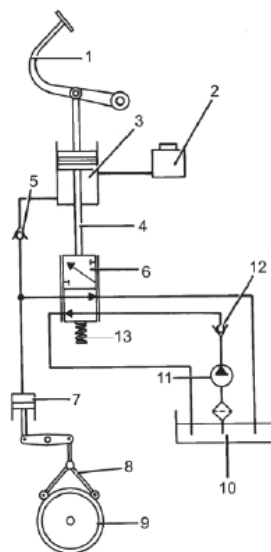
Први начин је најједноставнији, док је последњи знатно сложен. Притиском на педалу (1) непосредно се делује на клип (3) у главном кочном цилиндру. Изнад цилиндра налази се резервоар (4), који напаја цилиндар. Преко клипа (3) кочни флуид потискује се кроз цевовод (5) до кочног цилиндра (6), који има два 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 34. Систем за кочење са хидрауличким преносним системом: 1. Педала; 2. Полуга; 3. Клип; 4. Резервоар; 5. Цевовод; 6. Кочни цилиндар са клиповима; 7. Палуче; 8. Опруга.
[5]

Хидраулички преносни механизам са страним енергетским извором примењују се код тешких трактора где су потребни велики кочни моменти, слика 35. 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). 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 35. *Хидраулички преносни систем са страним енергетским извором: 1. Педала; 2. Резервоар; 3. Главни кочни цилиндар; 4. Полука; 5. Једносмерни вентил; 6. Разводни кочни вентил; 7. Кочни цилиндар; 8. Полука; 9. Кочница; 10. Резервоар; 11. Пумпа, Анопит CEMAGREF (1991. год.) [5]*

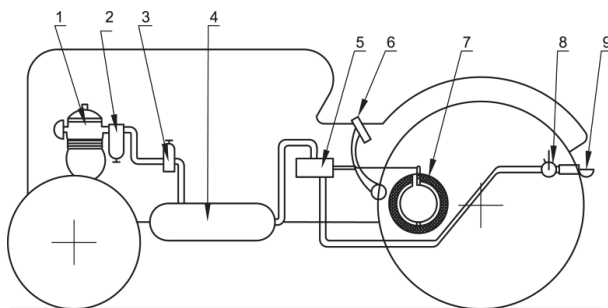
4.2.3. Пнеуматски преносни механизам

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, јефтинију 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 системом.

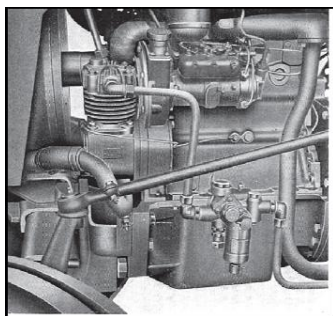
Код трактора и приколица које се за њега прикључују најчешће се користи једноводни пнеуматски преносни систем са којим се спаја одговарајућа инсталација приколице преко једне спојничке главе, тј. са једним прикључком, слика 36. Главне компоненте овог система код трактора ИМТ 542 су компресор (1) који 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 36. 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 [5]

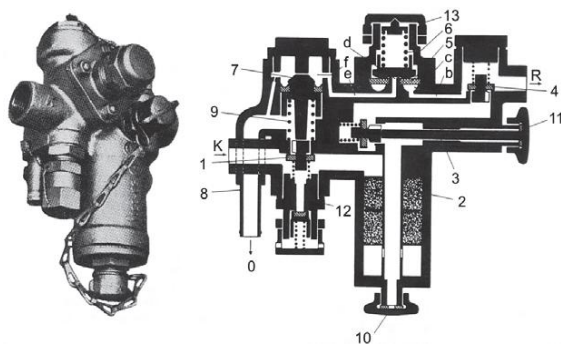
Компресор је једностепени клипни и постављен је на поклопцу кућишта развода, слика 37. Погон добија од радилице мотора и стално је укључен, тј. ради кад год мотор ради. При кретању клипа компресора у једном смеру усисава се свеж ваздух из усисне гране мотора кроз усисни вентил и при кретању клипа у другом смеру сабија га и отпрема преко потисног вентила ка регулатору притиска.



Слика 37. Компресор [5]

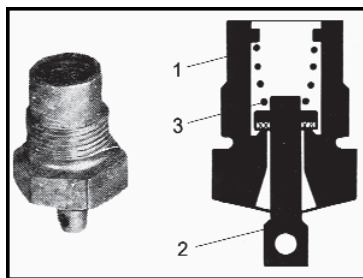
Регулатор притиска одржава притисак ваздуха у систему од 4,8 до 5,2 бара. Сабијени ваздух улази кроз прикључак (k) и поред затвореног вентила празног хода (1), филтер за ваздух (2), система за пуњење гума (3) и неповратног вентила (4) одлази кроз прикључак R у резервоар, слика 38. Истовремено кроз канал (b) ваздух струји у простор (c) испод гумене мембране (5). Када ваздух достигне притисак искључивања, он савлада напон опруге (6), мембрана се издуже са седишта и ваздух кроз млазницу (d) и канал (e) струји у простор (f) изнад клипа прекидача (7). Клип прекидач 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 прекидач, под

дејством опруге (9) враћа нагоре, вентил празног хода (1) затвара излаз у атмосферу и компресор поново пуни резервоар за ваздух.



Слика 38. Регулатор притиска: 1. Вентил празног хода; 2. Филтер за ваздух, 3. Систем за пумпање гума, 4. Неповратни вентил, 5. Мембрана, 6. Опруга, 7. Клип прекидач, 8. Издувна цев, 9. Опруга, 10. Лептираста навртка, 11. Навртка, 12. Вентил сигурности, 13. Навртка за подешавање притиска [5]

Резервоар за ваздух је цилиндричног облика и на доњем делу има дренажни вентил. Дренажни вентил, слика 39, служи за испитивање кондензата из резервоара за ваздух, а по потреби и за потпуно испуштање ваздуха. Опруга (3) и сабијени ваздух држе вентил затворен. Повлачењем или гурањем вентила (2) у страну, вентил се отвара и сабијени ваздух, односно, кондензат излази напоље. Престанком дејства на вретено вентил се затвара.



Слика 39. Дренажни вентил: 1. Кућиште, 2. Вретено, 3. Опруга [5]

Главни кочни вентил, слика 40, 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 а и б са горње и са доње половине клипа (6) владају исти притисци.

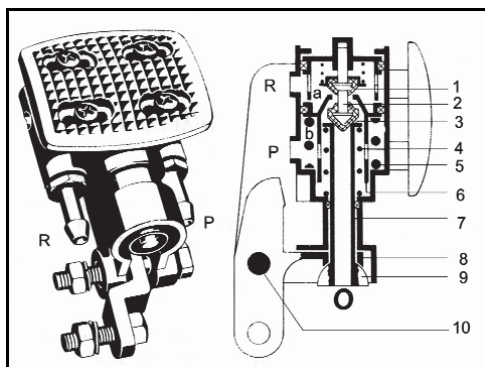
Активирањем ножне педале кочнице окреће се кућиште везано са ножном кочном полугом око осовинице (10). При томе полука (8) повлачи преко лоптастог лежаја (9) осовиницу вентила (7), насупротив дејству опруге (4) из кућишта. Дупли вентил (2) следи

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 одушка О. На тај начин опада притисак и у комори *b*, при чему се клип (6) потискује, услед повећаног притиска у комори *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 потребно 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 изазива откочивање приколице.

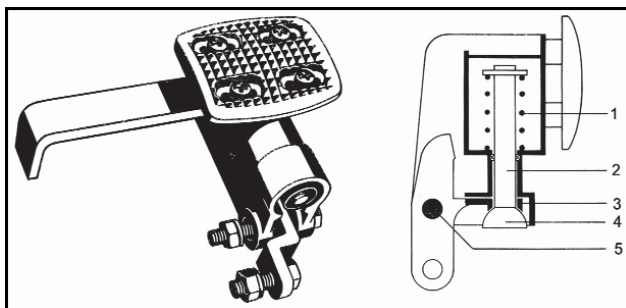


Слика 40. Главни кочни вентил: 1. Улазни отвор, 2. Дупли вентил, 3. Излазни отвор, 4. Опруга, 5. Опруга, 6. Клип, 7. Осовиница цеваста, 8. Полуга, 9. Лоптасто лежиште, 10. Осовиница [5]

Компензатор активирања, слика 41, уједначаје повећање ножне силе и хода активирања код механичких кочница трактора. Везан је са главним кочним вентилом окретном запорком.

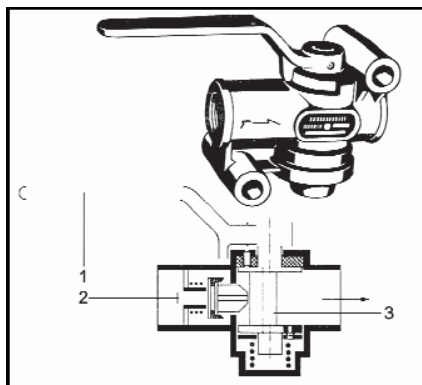
Притиском на једну од нагазних педала кочница покреће се и компензатор активирања за исту величину, као и главни кочни вентил. Тиме се кућиште окреће око завртња (5), тако да полуга (3) извлачи осовиницу (2) преко лоптастог лежишта (4), насупрот дејству силе опруге (1). Престанком притиска ноге осовинице 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.



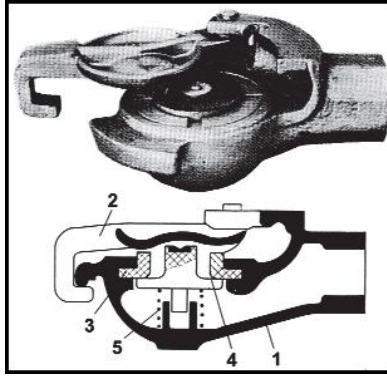
Слика 41. Компензатор активирања: 1. Опруга, 2. Осовиница, 3. Полуга, 4. Лоптасто лежиште, 5. Завртањ [5]

Славина, слика 42, служи да прекине 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 42. Славина: 1. Ручица, 2. Вентил, 3. Ексцентар осовина [5]

Спојничка глава спаја ваздушне водове кочног система трактора и приколице, слика 43. 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 слави 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 43. Спојничка глава: 1. Кућиште, 2. Заштитник од прашине, 3. Заптивка, 4. Вентил, 5. Опруга [5]

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 очитава се разликом притиска 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 [5].

4.3. Кочнице

У тракторе се највише уграђују следећи типови кочница:

1. кочнице са добошем и
2. дискосне кочнице.

Кочнице са добошем могу бити:

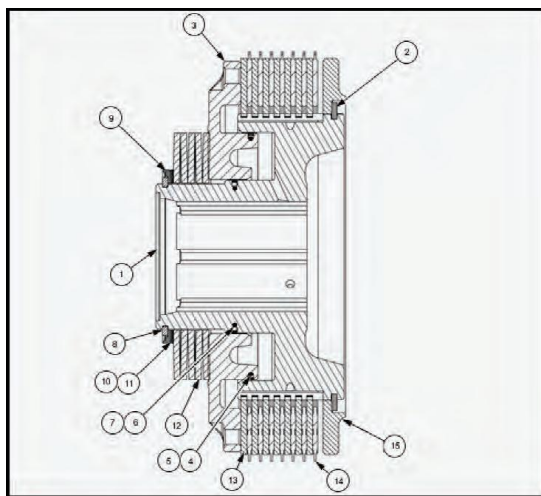
1. с унутрашњим папучама и
2. тракасте.

4.4. Паркинг кочница

По конструкцији паркинг кочница изводе се као и радне, при чему истовремено радна кочница може бити и паркинг и помоћна, као што је на трактору 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 опруге, а искључују под дејством притиска уља. Једна таква кочница приказана је на слици 44, 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 пење 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.

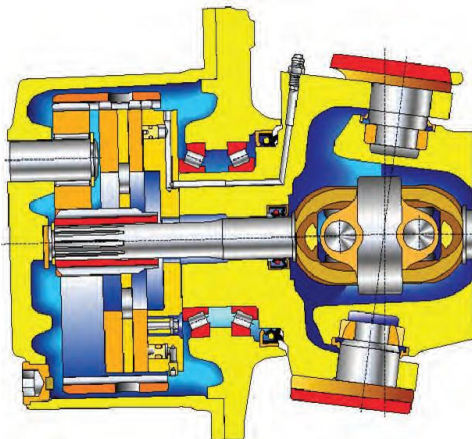


Слика 44. Паркинг кочница трактора „Кејс магнум“: 1. Кућиште, 2. Прстенасти осигурач, 3. Клип, 4. О-прстен, 5. Заптивач кочнице, 6. О-прстен, 7. Заптивач кочнице, 8. Прстенасти осигурач, 9. Прстенасти подупирач, 10. и 11. Прстенасти одстојник, 12. Тањирасте опруге, 13. Метални дискови, 14. Фриксиони дискови, 15. Ослони диск [5]

4.5. Кочнице у предњим точковима

Трактори који се крећу брзинама изнад 40 km/h морају да имају кочнице и на предњим точковима. С обзиром на то да је уградња кочница у предњим точковима компликована и скупа, већина произвођача избегава њихову уградњу. Овај проблем са предњим кочницама превазилази се аутоматским укључивањем 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 предњих точкова условљено брзином кретања, односно најчешће брзина кретања мора да буде већа од 16 km/h.

Одређени број произвођача ипак нуди кочнице на предњим точковима, а међу њима је и компанија „МекКормик“ (енг. *McCormick*), слика 45 [5].



Слика 45. *Кочница у предњим точковима код трактора „МекКормик“, Power 6 [5]*

5. Кочни механизми трактора

Фрикционе кочнице трансформишу кинетичку и делимично потенцијалну енергију возила у топлотну енергију, па се стога возило зауставља. Механички елементи који директно делују током кочења (диск, кочне плочице) греју се и хабају. Перформансе кочења возила прописују техничке захтеве и одређују се успоравањем (m/s^2) возила током кочења. Трактор мора бити опремљен са два независна кочна система. Возило користи услужни кочни систем током нормалних радних услова и ручну кочницу када је возило у стању мировања. За нормалан рад и контролу кочног система, максимална физичка сила која се захтева од човека током максималног успоравања кочења је у распону од 200 N до 490 N.

Стално кочење, поуздан рад, мало хабање кочних елемената и неосетљивост на прљавштину и воду такође се захтевају од кочног уређаја. У случају механичке контроле, сила мишића се преноси са педале кочнице или управљачке ручице кроз механизам директно на кочне елементе кочног уређаја. Због ограничења силе притиска на педалу кочнице, тиме и механичког трења кочних облога, механичка контрола кочнице се користи само у ручној кочници и у радним кочницама за мање тракторе.

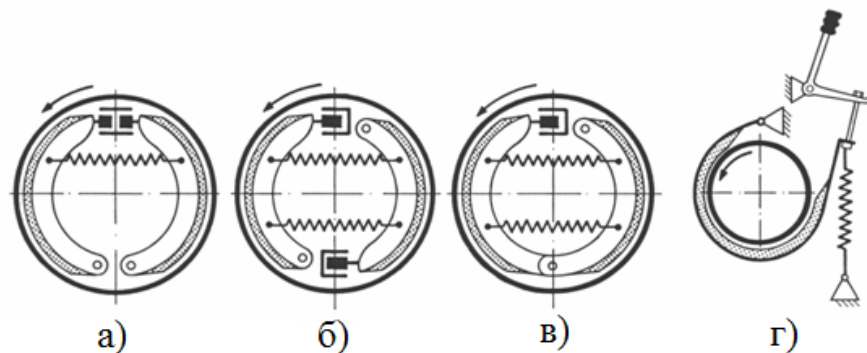
У случају хидростатичког преноса управљачке силе, мишићна сила се преноси са педале кочнице у главни хидраулични цилиндар, а затим кроз хидрауличке инсталације до појединих кочних елемената, који су постављени на погонске точкове или неке друге елементе са ротационим кретањем. Обично, кочни елементи се монтирају пре коначног преноса на погонски точкић за лакше кочење и заустављање возила при ниском моменту инерције, а то се дешава у тренутку заустављања трактора. Сила управљања кочницом на педалу кочнице се може повећати употребом серво хидрауличног уређаја, што повећава ефикасност кочења и смањује потребу физичке силе на педалу кочнице. У зависности од намене и употребе, кочни уређаји се класификују у:

- **Радна кочница** (ножна кочница) се инсталира само на задњим погонским точковима у случају трактора који се крећу брзином до 25 km/h. За тракторе са коначном брзином од 40 km/h такође је потребно кочење на предњим точковима трактора. Обично се врши на вратилу, омогућавајући пренос обртног момента од преноса ротационих кретања на предњим погонским точковима или аутоматским пребацивањем предњих погонских точкова по потреби након кочења трактора;
- **Ручна кочница** је постављена само на задњој осовини трактора; пренос управљачке силе је механички и користи се у случају стационарног трактора на нагибу или равни. Перформансе кочења су прописане техничким захтевима за кочнице;

- **Кочница на једном точку**, која се користи за брзо обртање трактора са ножном контролом једне од две педале кочнице. Педале морају бити у нормалној вожњи и кочнице се примењују чврстоспојене заједно;
- **Моторна кочница** је уграђена првенствено у комерцијална возила и вишекатегорије трактора. Користи се као додатна, радна кочница приликом вожње на нагибу, намењена је за дуготрајну и једнократну употребу јер ради на принципу пригушивању издувних гасова из мотора, а не на основу трења који изазива хабање и загревање елемената кочнице током дуготрајне употребе кочнице;
- **Кочница за приколице трактора**, која могу превазилазити масу вучног трактора, приликом кочења трактора може проузроковати промену правца кретања трактора и стога опасност услед потиска, инерцијалне масе приколице или пољопривредне опреме. Управљање и кочење у највећој категорији трактора врши пнеуматски уређај, где је компресор монтиран на мотор трактора.

Кочнице су класификоване у зависности од компоненти кочнице: добош и диск, елементи кочнице могу бити суви или уроњени у уље. Суви кочни елементи имају велики коефицијент трења и малу контактну површину и приступачност и лако се поправљају. Предности облога за влажну кочницу су у добром распршивању топлоте и малом хабању кочних облога.

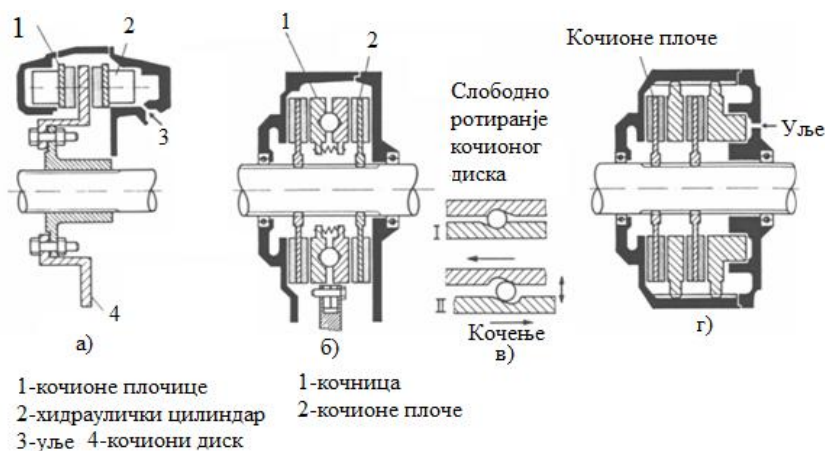
У зависности од конструкционих добош кочнице се могу класификовати: добош кочнице, које су подељене на унутрашњу и спољну кочницу. Спољашњи добоши се користе само за ручну кочницу и изводе се као влажне - слика 46 (г). Унутрашњи добоши су обично суви и могу се класификовати у зависности од уградње кочног цилиндра и кочних хидрауличних цилиндара који привлаче кочне плочице на кочни добош као што су симплекс (а), дуплекс (б) и серво кочнице (в), слика 46. Серво кочницама је потребна најмања сила контроле притиска, али у супротном имају врло лоше перформансе. Једноструке кочнице имају исти ефекат кочења у оба смера ротације добоша. Унутрашње кочнице су у свим структурним конструкцијама једноставне, приступачне и поуздане у раду.



Слика 46. Различите конструкције добош кочница [9]

У зависности од дизајна диска, постоје кочнице у којима делују кочне плочице на обе стране само на делу диска. Они се користе на тракторе као сервисна кочница за кочење предњих точкова трактора, а монтирају се на осовину за пренос обртног момента. Они имају шире коришћење у личним и комерцијалним возилима, слика 47 (а).

Вишеструке диск кочнице се састоје од мноштва кочних плоча које у сувом стању раде са великом силом притиска између плоча при кочењу, слика 47 (б). Сила притиска се преноси због промена у положају куглица, смештених између плоча - система *Гирлинг*, слика 47 (в). Када се кочница не активира, постоји мали губитак енергије због трења и заштићен је од нечистоћа. Да би се смањило хабање облоге кочнице, диск кочне плочице су потопљене у уљу, контрола кочнице је хидростатична и заштићена је од прљавштине, имају стабилан ефекат кочења и дуг период сервисирања, слика 47 (г). Њихова мана је значајан губитак енергије због хидрауличног трења између облога и уља, посебно код већих брзина и хладног уља у стању када се кочнице не користе, али кочни диск ротира одређеном брзином [9].



Слика 47. Различите конструкције диск кочница [9]

5.1. Структурна и термална анализа диск кочнице пољопривредних трактора

Безбедност и поузданост у индустрији пољопривредних машина су први приоритет у развоју нових трактора. Технологија кочења за мега-машине данашњице и сутрашњице мора бити једнако ефикасна, са ниским трошковима одржавања, практична и економична. Високо ефикасне, мулти-серво диск кочнице са уљним хлађењем гарантују интензивно и поуздано кочење. Главни делови кочног система, кочни диск и кочне облоге током процеса кочења, услед трења, доводе до претварања кинетичке енергије возила у топлоту. Током овог процеса ослобађа се велика количина топлоте и ако температура прелази

критичну вредност за одређени материјал, то може довести до термо-еластичне нестабилности, опадање кочног коефицијента, топлотних пукотина, отказа лежишта, испаравања кочне течности итд.

Кочни систем је један од најосновнијих сигурносних уређаја трактора. Његова улога је успоравање или заустављање возила, у зависности од тренутне ситуације. Принцип рада фрикционих кочница је да се статични елементи од фрикционог материјала притискају на ротор, стварајући силе трења које успоравају ротор и све што је повезано са њим, као што је точак. Реактивни момент се преноси од плочица до носеће структуре возила, обично помоћу компоненти за ослањање. Кинетичка енергија кретања возила претвара се у топлоту процесом трења, а кључни део процеса конструкције кочница је да се ова топлота мора ефикасно пренети преко компоненти кочница како би се избегли проблеми прегревања. Доследно генерисање обртног момента кочења у свим условима експлоатације, при топлим и хладним условима, на суво и кад је влажно, главни је циљ конструкције.

Осим диск и добош кочница, постоје и други типови и конструкције фрикционих кочница које се могу наћи на друмским возилима. Најчешће решење аутоматске диск кочнице често се описује као диск-кочница типа „отворен“ и „затворен“, како би се она разликовала од типа „прстенастог“ или „тањирастог“, што обухвата више ободне роторске и статорске плоче. Обично ламеласте диск кочнице су потпуно затворене у крутом кућишту тако да могу да раде у влажном окружењу уроњеним у уљу ради одржавања чистоће, смањују хабање и побољшаног хлађења, али су такође доступне и „суве“ ламеласте диск кочнице. Затворене кружне врсте кочница обично се користе само у тешким теренским условима као што су пољопривредни трактори, грађевинска возила и војна возила, где би се очекивало оштро погоршање перформанси кочења загађењем површина трења у „отвореној“ кочници.

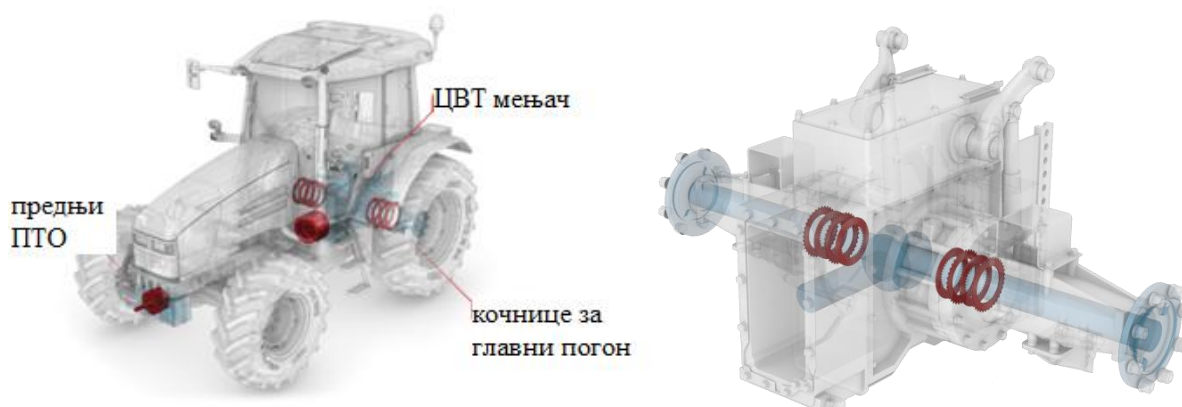
Роторске плоче, обично са фрикционим материјалом на обе стране, могу се аксијално померати на оклопљеној осовини која је повезана чврсто и тако ротира са точком. Између роторских плоча су плочице статора који се могу аксијално померати у чврсто монтираном кућишту. Сила активирања се примењује на кочне површине помоћу прстенастог актуаторског уређаја који је концентрично постављен са зглобним вратилом. Ова врста кочнице је скупа и тешка, а обично даје значајно велики обртни момент "*off-brake*", али може генерисати велике моменте у компактним димензијама, што га чини бољим за теренска возила. Уље у којем раде ротори и статори омогућавају хлађење, али распрострањање топлоте је обично критично ограничење и такве кочнице су ограничене на употребу на возилима ниске брзине, обично мање од 40 km/h.

Циљ кочног система је да трансформише механичку енергију кретања у други облик енергије, а резултат је смањење брзине возила. Могућност кочења возила може значајно утицати на повећање температуре у компонентама кочнице. Фрикциона топлота која се ствара на интерфејсу диска и подлоге може изазвати високу температуру током процеса кочења. Посебно, температура може премашити критичну вредност за одређени материјал, што доводи до нежељених ефеката, као што су пропадање кочнице, локални пикови, термо-еластична нестабилност, прерано хабање, испаравање кочне течности, отпуштање лежајева, термичке пукотине и термички побуђене вибрације.

Утврђено је да температура утиче и на ниво вибрација у склопу кочнице. Ако се узме у обзир топлотна деформација, онда се промени контактни простор и дистрибуција притиска. Ово може утицати на интензитет „шкрипе“. Фрикциони материјал између ротора и облоге се увек супротставља покрету и долази до појаве топлоте због трансформације кинетичке енергије. Термичко понашање вентилираног диска истражује се под стварним условима кочења у смислу топлотне енергије и термичких оптерећења за специфичну анализу елемената. Честа метода која се користи за предвиђање температуре у кочном диску је симулација нумеричком анализом.

Усвајање предстојећег европског законодавства у области пољопривредног трактора и приколица ће поставити нове захтеве произвођачима пољопривредних трактора у смислу кочних система. Повећан број трактора са брзинама преко 60 km/h учествује у саобраћају који су довели до развоја нове генерације ефикасних влажних вишеслојних (вишеламеластих) кочница, комбинованих хидропнеуматских кочних система тракторских уређаја који су компатибилни са пнеуматским кочним системом приколице, кочењем у комбинацији са управљачким системом који повећавају маневарску способност трактора, ABS кочни систем итд.

Диск са више плоча се примарно користи за пољопривредну опрему и слична теренска возила (слика 48). У поређењу са диск кочницама, чак и код највећих кочница са добошима, дискови са више плочица генеришу већи кочни обрт за исту активациону снагу. Ово им даје значајне компаративне предности за употребу возила, при чему се високи моменти кочења морају постићи само возачевом снагом, без икаквог појачања. За разлику од ове добре карактеристике, дискови са више плоча су веома осетљиви на промене коефицијента трења и промену радне температуре. Зато су инжењери последњих година конструисали ефикасније системе за хлађење, постижући приближно сталну радну температуру. Ово се постиже површинским фрикционим површинама уља или тзв. "влажним" диск кочницама, које се посебно примењују на тешке пољопривредне тракторе, машине за шумарство и грађевинске машине.



Слика 48. Вишеламелате диск кочнице за пољопривредну опрему [1]

Међутим, у случају примене у влажним условима, израда површине трења је од пресудног значаја за прецизно усмеравање уља за хлађење. На располагању су многе различите површине, нарочито у случају синтерованих плоча, за различите примене. Ово обухвата, на пример, спиралне жлебове, радијалне жлебове или комбинацију двоструких профила облика саћа и различитих других облика жлебова-канала. Користе се и папирне облоге.

Уљно хлађене вишеламеласте диск кочнице обично раде по принципу лоптасте рампе. Различити квалитети трења материјала, број дискова, као и различити углови рампе и клинова омогућавају безбројне варијанте. Перформансе кочења и удобност кочења могу се фино прилагодити потребама сваког возила. У комбинацији са цилиндрима за активирање, могу се дизајнирати радне кочнице, као и паркирне и помоћне кочнице које се ручно активирају.

Као што је добро познато, кочни систем се састоји од главних елемената: симетричног диска који ротира и непокретне несиметричне подлоге. Када се појави процес кочења, хидраулични притисак доводи до контакта између кочне плочице и кочног диска. Циљ овог система је смањити брзину возила променом кинетичке енергије у топлотну енергију. Термичка проводљивост кочних плочица је нижа него на кочном диску, тако да удео топлоте који је апсорбован кочним диском је око 93%. Тачна дистрибуција топлоте између кочног диска и подлоге зависи од карактеристика материјала. Ако је Q_d количина топлоте ослобођена на кочном диску, а Q_p је количина топлоте која се ослобађа на кочној подлози, њихова релација је једнака:

$$\frac{Q_d}{Q_p} = \frac{\sqrt{\rho_d k_d C_d}}{\sqrt{\rho_p k_p C_p}} \quad (1)$$

где је $\rho_{d,p}$ је густина, $Q_{d,p}$ је топлотна проводљивост и $C_{d,p}$ је специфична топлота. Кочни диск није потпуно прекривен фрикционим плочицама, тако да је неопходно узети у обзир

однос између површине кочног диска S_d и површине кочнице S_p . Однос топлотне поделе између диска и плочице може се израчунати помоћу следеће једначине:

$$\varphi_c = \frac{Q_d S_d}{Q_p S_p} = \frac{\sqrt{\rho_d k_d C_d} S_d}{\sqrt{\rho_p k_p C_p} S_p} \quad (2)$$

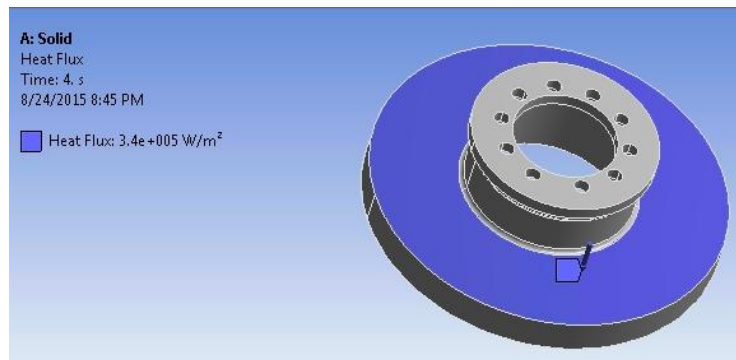
Узимајући у обзир количину топлоте Q која се генерише током процеса трења између кочног диска и кочних плочица, количине топлоте (φ_d , φ_p) које се дистрибуирају на контактним деловима могу се одредити као:

$$\begin{aligned} \varphi_d &= Q \frac{\varphi_c}{1 + \varphi_c} \\ \varphi_p &= Q \frac{1}{1 + \varphi_c} \end{aligned} \quad (3)$$

Ово је сложен проблем и утицај кочних плочица се замењује уношењем флукса на површину диска. Иницијални топлотни флукс q_0 у диск се израчунава коришћењем формуле:

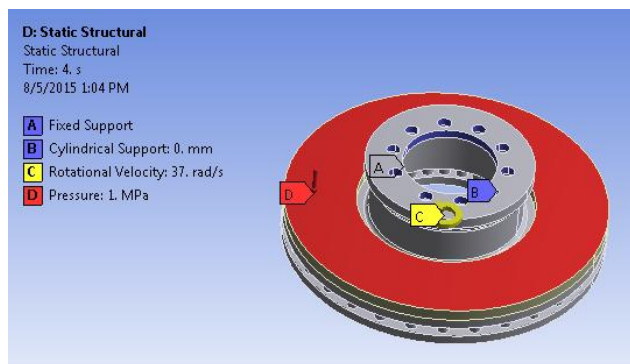
$$q_0 = \frac{1 - \phi}{2} \frac{mgv_0 z}{2A_d \varepsilon_p} \quad (4)$$

где је ϕ расподела брзине кочне силе између предње и задње осовине, m је маса возила, g је убрзање гравитације, v_0 је почетна брзина возила, z је ефикасност кочења, A_d је површина диска замењена кочним подлогом и ε_p је факторско оптерећење распоређено на површини диска. Топлотно оптерећење је приказано на слици 49. Ово учитавање одговара токовима топлоте на површини кочног диска.



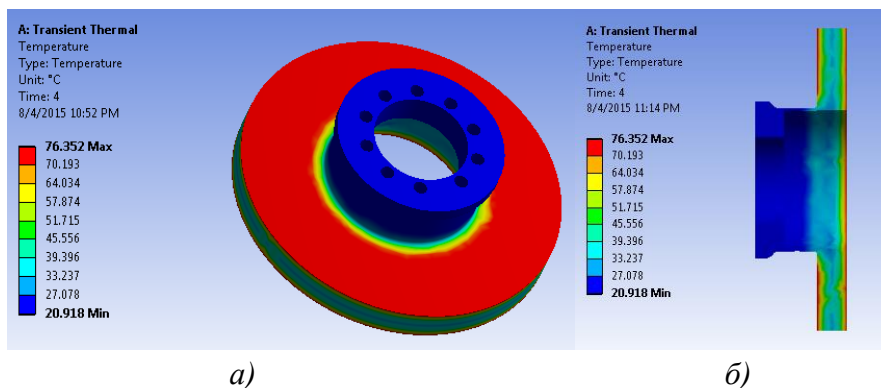
Слика 49. Термичко учитавање кочног диска [1]

На слици 50 приказани су гранични услови који се примјењују на склоп дискова. Анализира се тракторска кочница која се креће брзином од 40km/h. Радијус точка је 300mm. Почетна температура кочног диска и подлоге је 22°C. Процес кочења траје 4s. Укупно време симулације је било 4s, при чему је инкремент почетног времена био 0,2s.



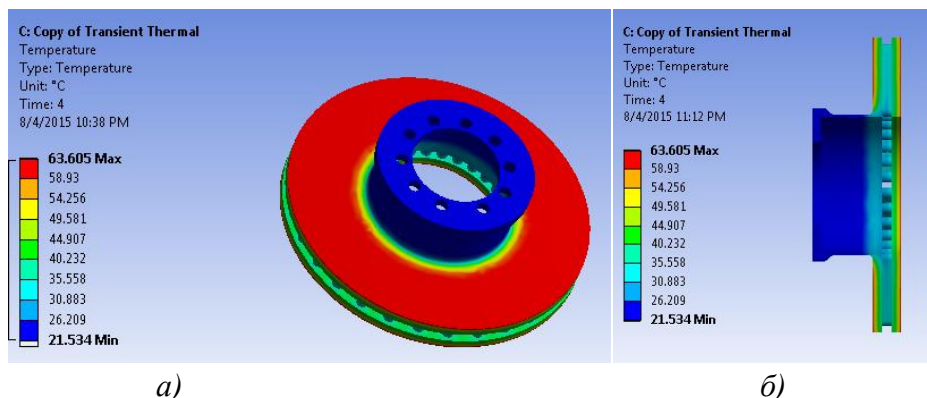
Слика 50. *Гранични услови са брзином ротације који се примењују на диск и притисак који се примењује на облоге [1]*

Резултати приказани на сликама 51 и 52, који се односе на пун диск и вентилационе диск кочнице. Ови резултати се добијају применом термичког и структурног граничног стања помоћу спојене термо-структурне анализе. Слика 51 приказује расподелу температуре дуж пуних диск кочница. Црвена зона представља највеће вредности температуре, док плава одговара најнижим вредностима. Може се десити да максимална температура на крају процеса кочења износи $76,3^{\circ}\text{C}$ ($t = 4 \text{ s}$).



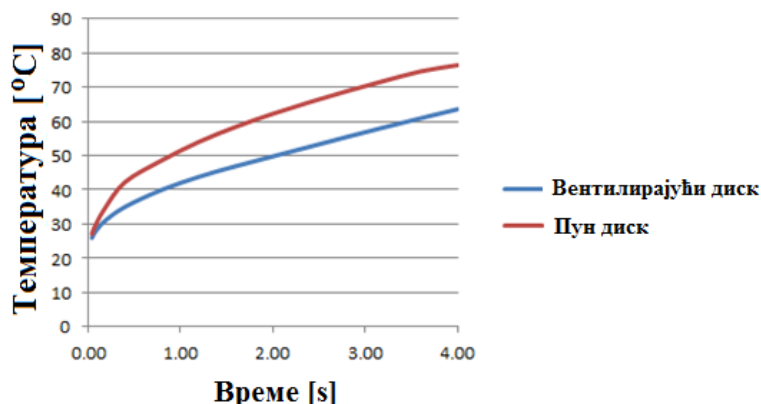
Слика 51. *Површинска температура пуног кочног диска: а) изометријски поглед, б) пресек [1]*

На слици 52 приказана је површинска температура вентилационе диск кочнице. Максимална температура је $63,6^{\circ}\text{C}$. Дистрибуција и број равних радијалних лопатица, су смањили температуру за око 13°C .



Слика 52. Површинска температура вентилираног кочног диска; а) изометријски поглед, б) пресек [1]

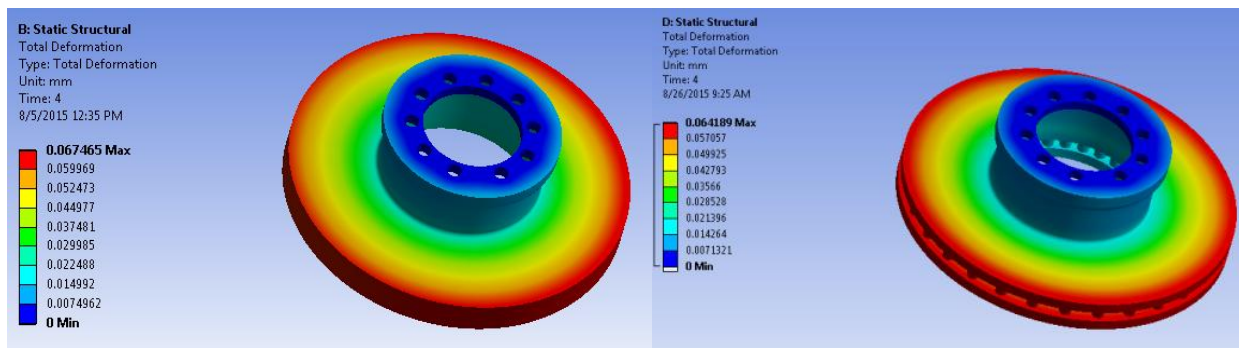
Слика 53 приказује варијацију температуре у односу на време током симулације укупног времена кочења за пуног кочног диска и вентилационог кочног диска.



Слика 53. Варијација температуре пуног и вентилираног кочног диска у односу на време [1]

Аеродинамика вентилираног диска има значајну улогу у преносу топлоте. Апсорбована топлота мора бити ефикасно пренета како би се постигла стабилност система кочења. Претходна слика показује значајну предност вентилационих дискова.

Слика 54 показује да је највећа деформација на периферији за оба кочна диска. Деформације ових вредности нису велике, тако да не угрожавају стабилност кочног система. Одговарајућа поставка и број радијалних вентилационих лопатица, омогућује добру топлотну дисипацију, тако да вентилациони дискови имају већу примену на возилима [1].



Слика 54. Укупна деформација а) пуног диска и б) вентилационог диска [1]

5.2. Магнетореолошка течности

Један од релативно нових и, када је реч о примени на тракторима, недовољно истражених праваца представља апликација интелигентних материјала. Нове перспективе развоја, отварају се проширивањем простора за иновације захваљујући могућности деловања електронским путем на карактеристике ових материјала. Један од интелигентних материјала којем се све више и више проналази примена је и магнетореолошка (МР) течност.

МР течности се састоје од свега три компоненте: феромагнетних честица, течности носиоца и адитива.

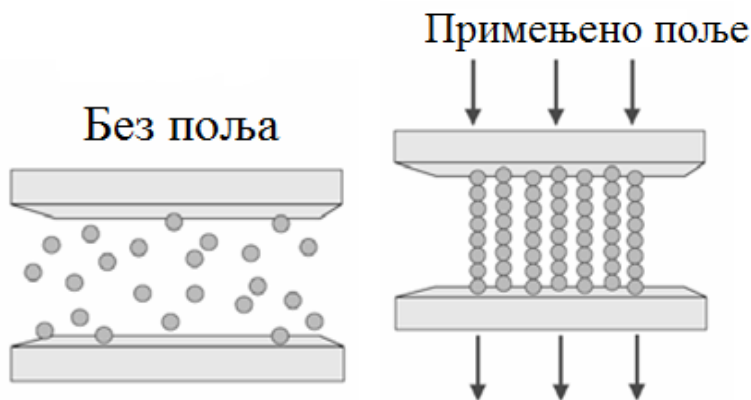
Променом интензитета магнетног флукса који делује на МР течност мењају се њене реолошке и триболошке особине. Тако се, променом интензитета електричне струје која побуђује електромагнет може управљати вискозитетом МР течности што има вишеструке апликације у техничким системима.

Код пољопривредних трактора једна од могућих примена МР течности може бити развој кочног система базираног на експлоатацији њихових својстава. Овај приступ може довести до значајних унапређења кочног система. Могућност прецизне регулације кочног момента на појединим точковима путем електронског управљања поједностављује оптималну расподелу кочних сила по точковима. Овим путем може се остварити значајан допринос динамичким перформансама возила, што је од значаја имајући у виду стални тренд за повећањем брзина кретања и заступљеност савремених трактора у јавном саобраћају. Следећа важна особина овог концепта је готово потпуно одсуство хабања, што продужава животни век и смањује потребу за интервенцијама на одржавању трактора. Такође, овај концепт карактерише рад без генерисања буке и вибрација које могу настати код конвенционалних фрикционих кочница, што позитивно утиче на побољшање услова рада руковаоца [7].

5.2.1. Принцип рада МР течности

МР течности представљају врсту паметних структура, који реагују на специфичан начин када се изложе дејству магнетног поља. Реолошке и триболошке особине МР течности се могу прецизно мењати применом спољног извора - магнетног поља. Феромагнетне честице би требало да буду величина од 1 до 10 μm , мада се у пракси могу пронаћи МР течности са другачијим гранулометријским саставом.

Феромагнетне честице имају запремински удео, у МР течности, 20% до 45%. Правилан избор и однос ових компоненти је од највећег значаја јер се на тај начин дефинишу микроскопске карактеристике флуида као што су нпр. вискозност у „OFF-state“ стању, напон течења, отпорност ка сатурацији, температурни опсег итд.

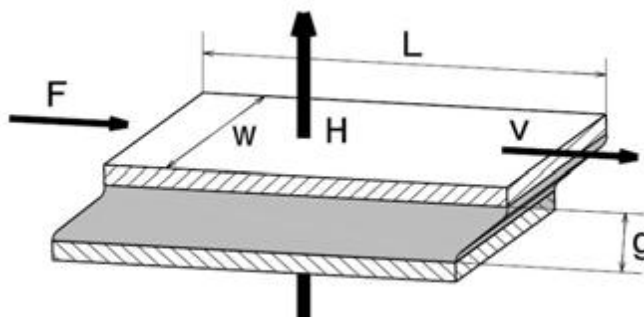


Слика 55. Ланчаста структура у МР течности [7]

Течност носилац је обично одређена врста уља, синтетичко или минерално али у обзир могу доћи и вода, керозин па чак и петролеј све у зависности од намене. Адитиви имају посебну улогу у целом систему а то је да се спречи појава слегање феромагнетних честица као и да се одржи исти ниво дисперзивности након престанка деловања магнетног поља.

Утицај магнетног поља на МР тачност чини да честице формирају ланчасте структуре паралелне са линијама магнетног поља, слика 55. На овај начин честице стварају отпор кретању. Другим речима, могуће је контролисати вискозитет МР течности а самим тим и отпоре унутар уређаја који користи МР течност, мењајући струју електромагнета.

Сви уређаји који користе МР течност како би имали променљив одзив на спољашње утицаје, раде у једном од три могућа режима или њиховој комбинацији: течни мод (*Flow mode*), смицајни мод (*Shear mode*), мод стиска (*Squeeze mode*).



Слика 56. Смицајни мод *MP* течности [7]

MP кочнице раде у смицајном моду, што подразумева да се *MP* течност налази између две површине које могу да се померају релативно једна у односу на другу, слика 56. Када не постоји дејство магнетног поља, *MP* течност се понаша као Њутновски флуид, одакле се врло једноставно може поставити да је напон смицања:

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad (5)$$

τ –тангенцијални напон [Pa], η - динамичка вискозност [Pa s], $\dot{\gamma}$ - градијент брзине [1/s].

Када се на *MP* течност примени магнетно поље њено стање се може описати Бингамовим (Bingham) моделом тј. Бингамовом пластиком као:

$$\tau = \tau_B + \eta \dot{\gamma} \quad (6)$$

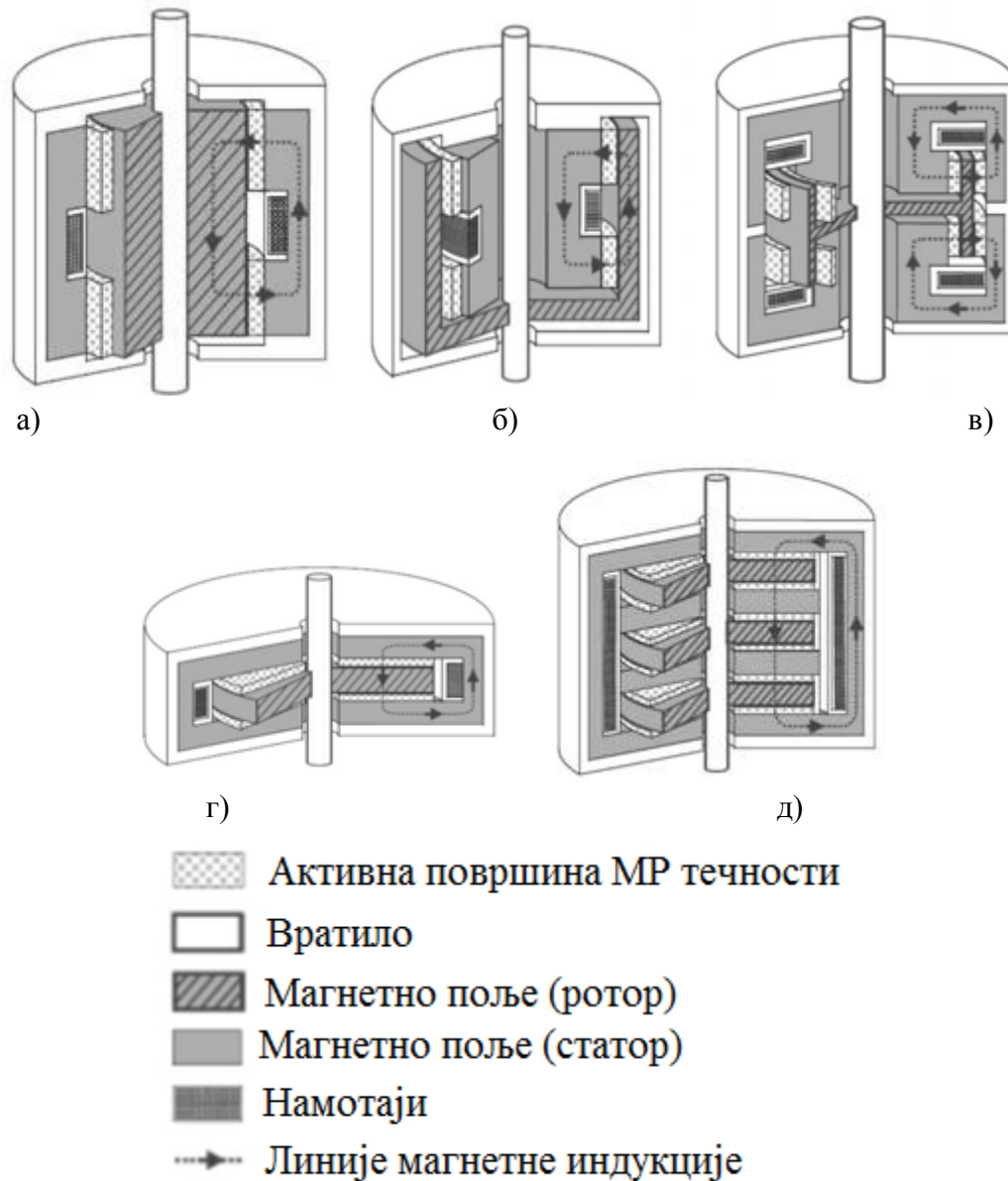
τ_B - напон течења [Pa].

Варирањем интензитета струје у намотајима, варира се и напон течења што на крају доводи до промене у отпорима који владају унутар кочнице.

5.2.2. Досадашње конструкције *MP* кочница

Досадашњи правци развоја *MP* кочница довели су до ситуације да имамо пет главних облика *MP* кочница: добош кочница, обрнути добош кочница, диск кочница, кочница са Т ротором и вишеламеласте кочница.

Сваки од претходно наведених типова *MP* кочница у први план истиче једну особину по којој је карактеристична.



Слика 57. а) МР добош кочница, б) МР кочница са обрнутим добошем, в) Т ротор МР кочница, г) МР диск кочница, д) Вишеламаста диск МР кочница [7]

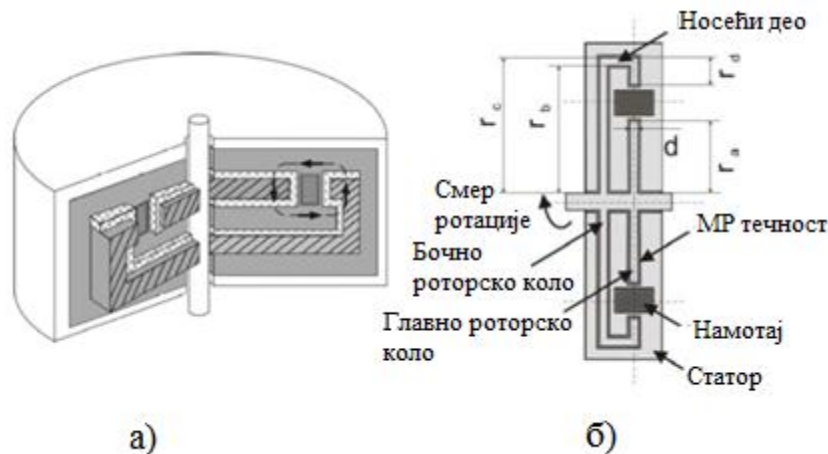
На првом месту су обрнути добош, у наставку текста само добош кочнице, поред диск кочница, најједноставније за производњу. Ротор има цилиндрични облик, а магнетно поље делује у радијалном правцу, слика 57 а) и б). Карактеристика дизајна добоша је велика инерција. Инерција се може смањити тако што ће делови који су најмање изложени магнетном пољу бити другачије конструисани. МР кочница са Т ротором (пресек ротора подсећа на слово Т, слику 57 в), у даљем тексту само Т ротор), је много компактнија од МР кочнице са добошем али је са друге стране и много комплекснија за израду. МР диск кочница (у наставку текста диск кочница), је дизајн који се највише описује у литератури.

Овај тип кочнице је врло једноставан за производњу и даје релативно добар однос тежине и компактности. Ротор је облика диска и магнетно поље делује у аксијалном правцу на диск, нормално на његову површину, слика 57 г). Постоје поједине варијације на основни дизајн. Да би се повећала компактност МР диск кочнице се могу поставити додатни дискови паралелно са постојећим диском на вратило, чиме добија последњи тип МР кочница, мулти диск МР кочница. Уколико се ово учини, потребно је поставити и дискове који имају улогу статора и који ће се налазити између нових ротора. Овакав дизајн је јако популаран уколико имамо захтеве за великим моментом а малом масом у ограниченим габаритима.

Једначине којима се описује овај конкретан дизајн су исте као и једначине за МР диск кочницу. Сваки од претходно наведених и описаних типова МР кочнице утицај магнетног поља концентрише на МР течност која се налази унутар намотаја електромагнета. На овај начин, само део електромагнетне силе бива искоришћен и то искључиво део који се налази унутар намотаја, док део који се шири од намотаја ка околини бива у потпуности неискоришћен.

5.2.3.Нова конструкција

Постојеће конструкције МР кочница, базирају ефекта магнетног поља на МР течности у области унутар намотаја електромагнета. Новопредложена конструкција представља корак напред када је у питању поглед на основна конструктивна правила МР кочница. Конструкција се састоји од неколико кључних делова који су представљени на слици 58 б). Као и код досадашњих решења и овде имамо ротор (роторска кола) и статор (кућиште). Улога кућишта је првенствено да затвара конструкцију, обезбеђује пренос кочног момента и носи намотај електромагнета. Роторска кола се састоје од неколико сегмената која се прецизније могу видети на сликама 58 а) и б). Заједничка карактеристика ове конструкције и свих претходних је главно роторско коло, које је ситуирано тачно испод намотаја. Ово коло је чврстом везом спојено са бочним роторским колом које је измештено у страну и има двојаку улогу, прва да преноси део кочног момента као и главно роторско коло а друга, да подржава носећи део. Оваквом изведбом добијамо конструкцију помоћу које добијамо још један ротор али овога пута у спољној области намотаја електромагнета, слика 58 а) и б).



Слика 58. Пресек нове конструкције МР кочнице [7]

Оваквим приступом омогућава се искоришћење ефекта магнетног поља на МР течност у до сада некоришћеном делу конструкције. Деловање магнетног поља је у овој области било потпуно занемарено и неистражено. Оваквом праксом се губило на степену корисности МР кочница и умањењу могућег кочног момента. Ипак, кочни моменат, који је могуће остварити оваквом конструкцијом, је функција неколико параметара што наводи на могућност даље оптимизације са циљем још бољег искоришћења.

Линије магнетног поља, приликом успостављања унутар материјала имају практично неометан правац простирања. Једини вид девијације облика силница настаје услед преласка са једне врсте материјала на другу. Пошто су и роторска кола и кућиште сачињени од врло сличних материјала девијација је врло мала – незнатна. Запремински удео МР течности у укупној запремини конструкције је свега неколико процената, што доприноси да девијација облика силница и на овом месту може бити занемарива. Однос пермеабилности материјала кочнице (челика) и МР течности је реда величине 1000 ($\mu_{\text{ч}} \approx 1000\mu_{\text{МР}}$).

5.2.4. Кочни момент

Кочни момент код МР кочница представља збир кочних момената развијених по радним површинама између ротора и статора. Предложено решење по конструкцији је најсличније МР диск и вишеламеластој МР кочници. Првенствена разлика између претходно наведених врста МР кочница и овде предложене конструкције је што се сада у обзир узима и ефекат магнетног поља које делује са спољне стране намотаја.

Једначина кочног момента узима у обзир промену интензитета магнетног поља и њен утицај на МР течност. Да би смо олакшали постављање финалне једначине, нову МР кочницу ћемо поделити на неколико делова. Прво ћемо посматрати бочне делове

унутрашњег и делове спољашњег роторског кола. Такође је неопходно овако добијене прстенасте структуре поделити на темене и бочне површине како би се могле одредити силе које делују по њима. Елементарни момент dT по елементарној површини dA бочног дела прстена је:

$$dT = r dF \quad (7)$$

$$dT = r \tau dA \quad (8)$$

A -површина, θ - угао смицања $= 2\pi$

$$T = 2\pi \int_{r_0}^{r_1} r^2 t dr \quad (9)$$

Елементарни момент dT по елементарној површини dA теменог дела прстена је:

$$T = 2\pi r^2 t \int_0^d dz \quad (10)$$

Уколико узмемо у обзир да је вредност d занемарива у односу на пречник ротора, за (10) се може рећи да је занемариво и не мора се посматрати при коначној вредности кочионог момента на прстену. Укупан момент се сада може изразити преко формуле (9). Одавде се види да је кочиони момент у бочном прстену функција полупречника r и напона смицања τ .

Коначна формула за кочни момент у бочном прстену:

$$T = 2\pi \int_{r_0}^{r_1} r^2 t_B dr + 2\pi \int_{r_0}^{r_1} r^2 K \left(\frac{r\omega}{d} \right)^n dr \quad (11)$$

Сматра се да су линије магнетног поља истог правца и изузев у области унутар намотаја електромагнета униформног распрострањања тако да се прорачун кочионог момента коришћен до сада може применити и на друго роторско коло. Даље је неопходно сабрати шест моментних једначина бочних површина на које магнетно поље делује и формирати коначну моментну једначину. Наравно неопходно је водити рачуна о радијусима који се користе. Коначни облик моментне једначине:

$$\begin{aligned} T = & 4\pi \int_{r_0}^{r_1} r^2 t_B dr \\ & + 2\pi \int_{r_0}^{r_1} r_a^2 K \left(\frac{r_a \omega}{d} \right)^n dr \\ & + 4\pi \int_{r_2}^{r_3} r_b^2 t_B dr \\ & + 2\pi \int_{r_2}^{r_3} r_b^2 K \left(\frac{r_b \omega}{d} \right)^n dr + 4\pi \int_{r_d}^{r_c} r_d^2 t_B dr + 2\pi \int_{r_d}^{r_c} r_d^2 K \left(\frac{r_d \omega}{d} \right)^n dr \end{aligned} \quad (12)$$

Разлика радијуса, r_b и r_c чине висину носећег дела роторског кола. Пошто линије магнетног поља, у близини електромагнета делују радијално, њихов је утицај на МР течност на теменима ротора и на носећем делу роторског кола занемарив. Ланчасте структуре унутар МР течности прате линије магнетног поља. Ипак због деформације магнетног поља, услед коришћења материјала са различитим магнетним карактеристикама, ланчасте структуре се не формирају идеално паралелно са теменим површинама ротора и до одређене мере доприносе укупном кочном моменту.

Оптимизацијом облика магнетног поља, димензија и односа радијуса путем методе коначних елемената могуће је остварити још већи степен искоришћења утицаја магнетног поља на МР течност а самим тим и повећати свеукупни кочни момент [7].

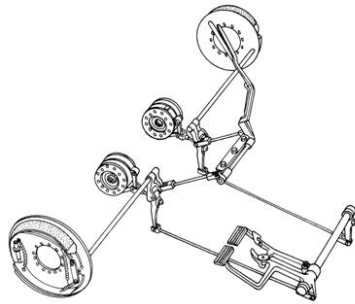
6.Трендови развоја система за кочење пољопривредних трактора

Савремене пољопривредне машине помажу пољопривредницима да: ефикасно користе пољопривредну површину, максимизирају резултате жетве, користе воду на циљан и одговора начин, хране биљку са тачном количином потребног ђубрива, штите своје усеве од оштећења помоћу прецизне дозе и циљане апликације како би се максимално повећао принос уз очување природе, доношење правих одлука пружањем свих потребних информација електронским путем, одговорним коришћењем пестицида и ефикасно управљање њиховим фармама.

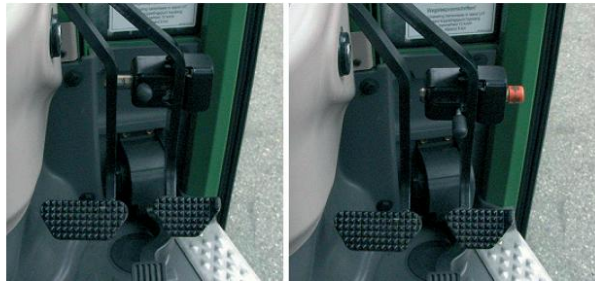
У свету постоји тенденција побољшања перформанси транспорта трактора повећавајући брзину трактора. Ипак, повећање брзине пољопривредних возила захтева ефикасан систем кочења који би требало да омогући пољопривредним возилима да задрже корак са осталим учесницима брзих возила у друмском саобраћају, узимајући у обзир сигурност у саобраћају.

Перформансе кочења возила прописују технички захтеви и одређују се успоравањем (m/s^2) возила током кочења. Трактор мора бити опремљен са два независна кочна система (сервисна и паркирна кочница). За нормалан рад и контролу кочног система, максимална физичка сила која се захтева од човека током максималног успоравања кочења је у опсегу од 200N до 490N.

Ефикасно кочење, поуздан рад, ниско хабање кочних елемената и неосетљивост на прљавштину и воду такође се захтевају од кочног уређаја. У случају механичке контроле, мишићна сила се преноси са педале кочнице или управљачке полуге преко механизма директно на кочне елементе кочног уређаја (слика 59 а). Због ограничења силе притиска на педалу кочнице, тиме и механичког трења кочних облога, механичка контрола кочнице се користи само у ручној кочници и у радној кочници за мање тракторе. Команда за кочење на трактору је дозвољена бочно подељена, при чему свако кочење педала одговара кочници на једној страни возила. На слици 59 б, контролне педале се приказују у спојеној и искљученој позицији.

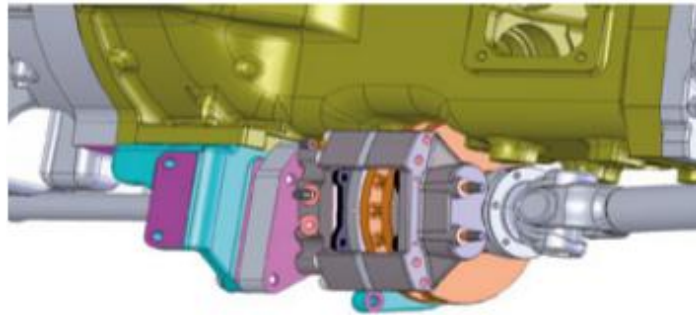


а)



б)

Слика 59. а) Механички систем кочења б) Повезан и искључен команде кочнице трактора [2]



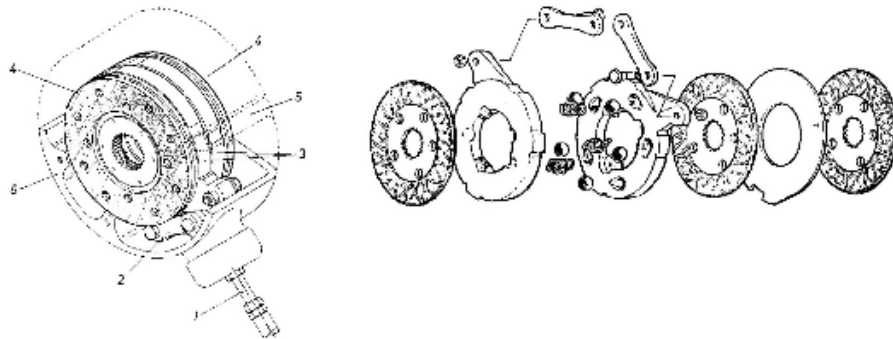
Слика 60. Кочна вратила [2]

Неки произвођачи су развили решење кочног погонског вратила (слика 60) који делује на карданском вратилу, што је доказано као сигурносне кочнице за сигурно паркирање на нагибу. Предност овог система: Због сигурносне браве педала радне кочнице је механички закључана.



Слика 61. Куглице на кочницама [2]

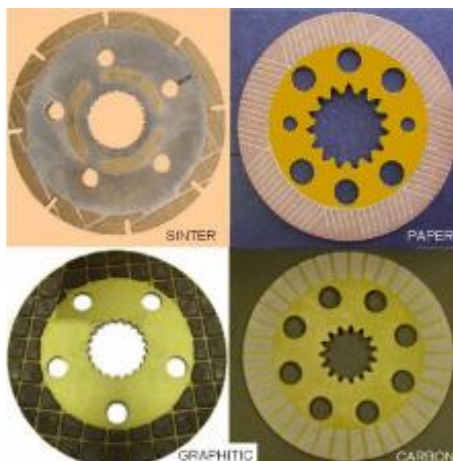
Куглице на кочницама (слика 61) има механизам унутар осовине, међутим, ако су хидраулички примењени, активирање је обично доступно споља што помаже у смањењу трошкова сервисирања. Да би погон на рампи са куглицама био без серво дејства, погон мора бити одвојен од фрикционих плоча.



Слика 62. Вишеламеласте диск кочнице [2]

Већина савремених вишеламеластих диск кочница (слика 62) покреће уље за пренос топлоте са фрикционих плоча, али то није увек био случај. Међутим, затворена природа кочнице захтева разматрање расипања топлоте. Постоје два основна типа мулти-плате кочница, серво и без серво дејства. Сврха диск кочнице са вишеструким плочама је иста као и код конвенционалних кочница. Основна разлика је у томе што је самостално и хлади се уљем. Кочење се одвија између неколико фрикционих дискова и плоча наизменично причвршћених за кућиште или постављена на погонска вратила. Плоче су спојене за стварање момента кочења било кружним клипом који је коаксијални са погонским вратилом или кугличним механизмом и рампом. Многа возила која користе ову врсту кочнице имају редукцију главчине, тако да је уобичајено да кочнице са уљем буду у унутрашњости овог зупчаника и као такви раде на пет или шест брзина.

На располагању су четири основна типа материјала за трење са својом предностима и недостацима: синтером, папиром, графитом, угљеником (слика 63).

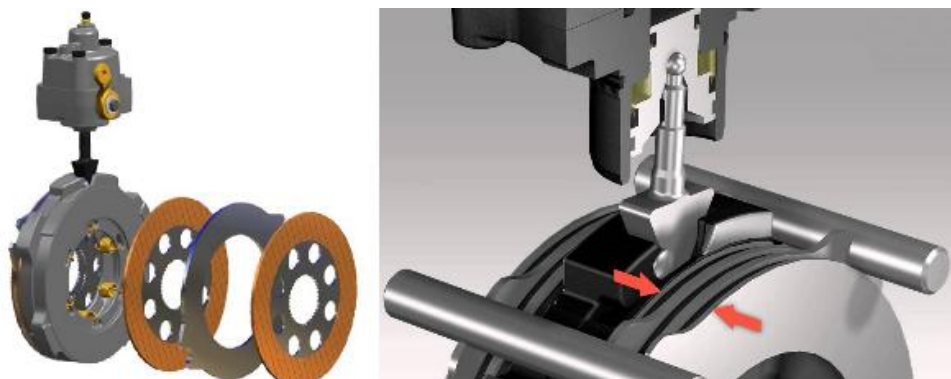


Слика 63. Основни типови трења материјала [2]

Синтерована бронза се прави синтеровањем мешавине праха у порозну матрицу на челичну носећу плочу. То је издржљив материјал који је у стању да издржи прегревање. Као слабост има ниску динамику трење и висок статички-динамички однос трења који

могу изазвати буку. Материјал за фрикцију папира се назива због производног процеса колико и сам материјал. Оне садрже низ влакана и модификатора трења који су онда засићени у смоли. Добијени материјал је мекан и лако се хаба. Папирни материјали имају висок ниво динамичког трења и низак статички-динамички однос трења који им даје добар обртни момент и низак ниво буке, али њихови енергетски капацитети имају тенденцију да буду ниски. Графитни материјали су лепљива композиција графита и везива за смоле. Имају добре термичке капацитете који их чине издржљивим, али имају умерен статички-динамички однос трења који их могу учинити бучним. Карбонске облоге пружају стабилно трење, високу отпорност и ниско хабање, али су веома скупе, јер се ретко користе.

Жлебови су или обрађени или обликовани у материјал за фрикцију како би се побољшало кретање уља и хлађење. Бројни обрасци постоје и сваки произвођач фрикционих плоча има своје омиљене, међутим, следеће тачке требају примарне. Уље мора бити део процеса хлађења. Ако су присутне велике количине уља онда уље може брзо да протиче кроз плоче, међутим, ако је снабдевање ограничено онда треба проћи кроз плоче мање количине. Уље заробљено између плоча смањује ефекат кочења и узрокује загревање уља.



Слика 64. Вишеламентна диск кочнице са серво механизмом [2]

Постављање серво механизма директно на кочницу омогућава остатку система да ради под смањеним притиском, за пример хидраулички притисак може се смањити на око 25% оног који се користи у систему који је појачао актуатор.

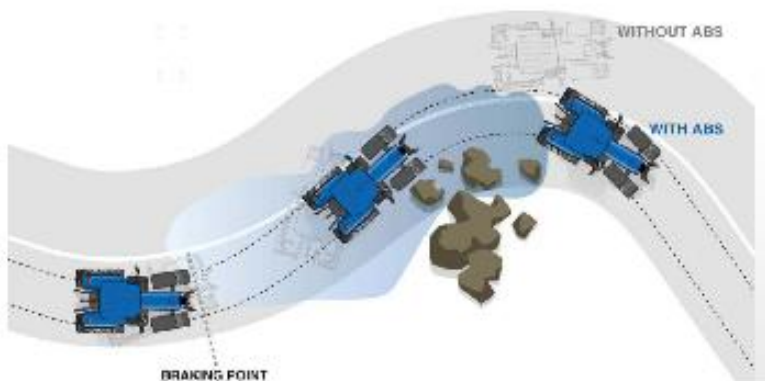
Магнетореолошке кочнице су тип кочних система који користе магнетореолошку течност као медијум у преносу кочног момента. Ови системи имају могућност прецизног руковања силе кочења електрично, не захтевају посебна подешавања, нити периодично одржавање. Неправилан терен и велика количина варијација у условима вучења, чак и од точка до точка, то значи ефикасан кочни систем за тракторе захтева напреднији развој. Нову и паметну примену ABS технологије на тракторе, која не само да даје сигурну силу за заустављање с повећањем безбедност, али такође повећава маневарску способност трактора и побољшава безбедност када ради на стрмим брдима развијен у *CNH*

IndustrialNevHolland. ABS SuperSteer™ користи ABS технологију за управљање свим кочицама појединачно.

Помоћу једне ножне педале, ABS SuperSteer™ омогућава трактору да управља кочицама. При малој брзини, омогућава возачу да има исти управљач са једним точком као конвенционални трактор, али аутоматски се искључује при већим брзинама како би се спречило случајно активирање.



Слика 65. Управљач кормила помоћу ABS SuperSteera у NevHolland-у ће управљати продужавањем на педалу једне кочице [2]



Слика 66. Побољшајње маневрисање са ABS-ом [2]

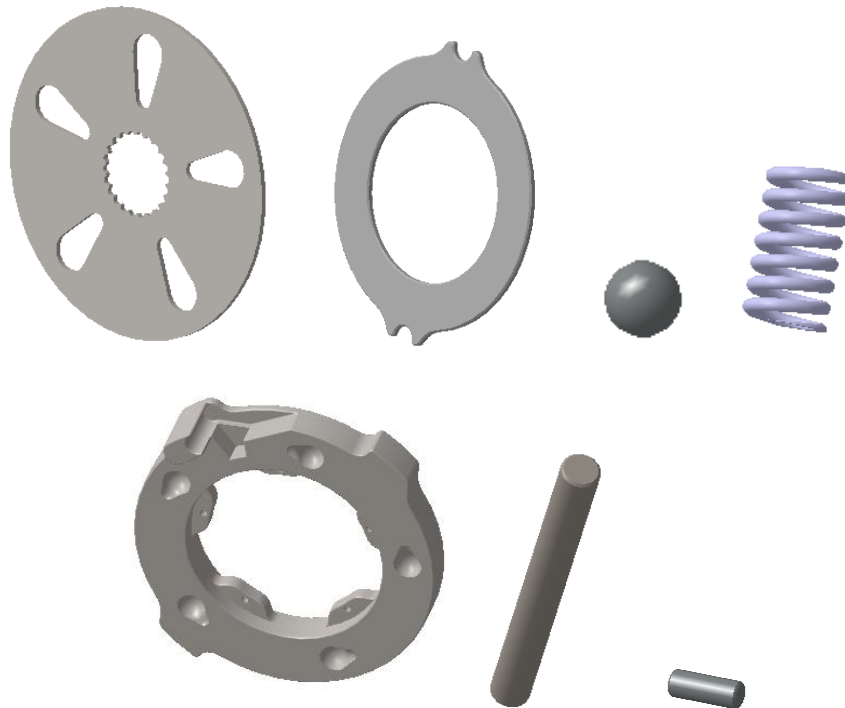
Функција ABS SuperSteer™ укључује контролу клизања и аутоматски система за управљање у кривини. То омогућава трактору да врши маневре за окретање без интервенције возача на кочицу кочењем једног задњег точка, смањујући радијус окретања трактора, опремљен са предњом осовином SuperSteer™. Минимална количина клизања на управљачку омогућава возачу да спречи оштећење земљишта.

Усвајање предстојећег европског законодавства у области пољопривредног трактора и приколица поставити ће нове захтеве произвођачима пољопривредних трактора,

приколица и машина у смислу кочних система. Повећање броја трактора са брзинама преко 60km/h који учествују у саобраћају захтева побољшање перформанси кочења. То је довело до развоја нове генерације ефикасних влажних вишеслојних кочница, комбинованих хидропнеуматских кочних система трактора који су компатибилни са пнеуматским кочним системом приколице, кочењем у комбинацији са управљачким системом који повећава маневарску способност трактора, ABS кочни систем и сл. Будуће законодавство ЕУ о кочењу трактора и приколица вероватно ће захтевати знатно веће перформансе. Ово се може постићи без потешкоћа или прекомерних трошкова, али постоји витална потреба за подизањем свести корисника и разумевањем спецификације и селекције кочног система приколица и трактора, како би се смањили будући недостаци у перформансама [2].

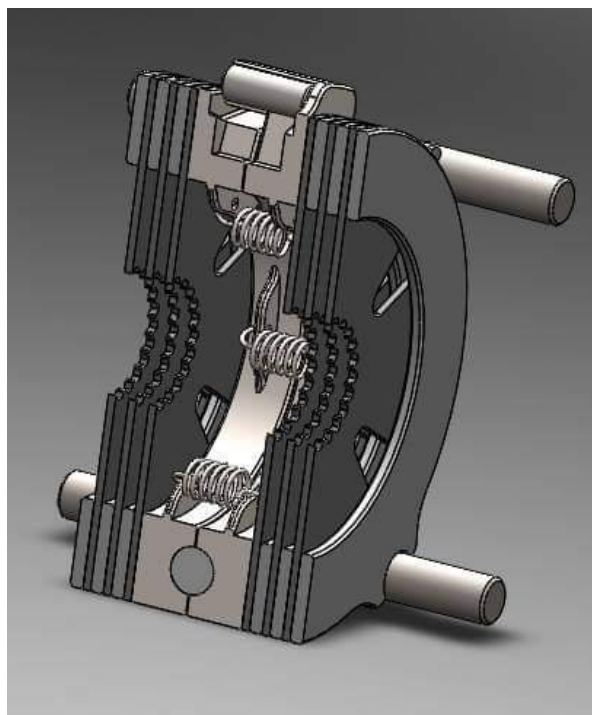
7. Модел кочнице пољопривредног трактора

У програмском пакету CATIA моделирана је вишеламеласти диск кочнице. Као што је претходно речено, вишеламеласта диск кочница се састоји из следећих делова: фрикционих дискова, прстенова, куглица, опруга, прстенова са жлебовима, клинова и серво механизма. На следећим сликама биће приказани појединачни делови као и склоп.



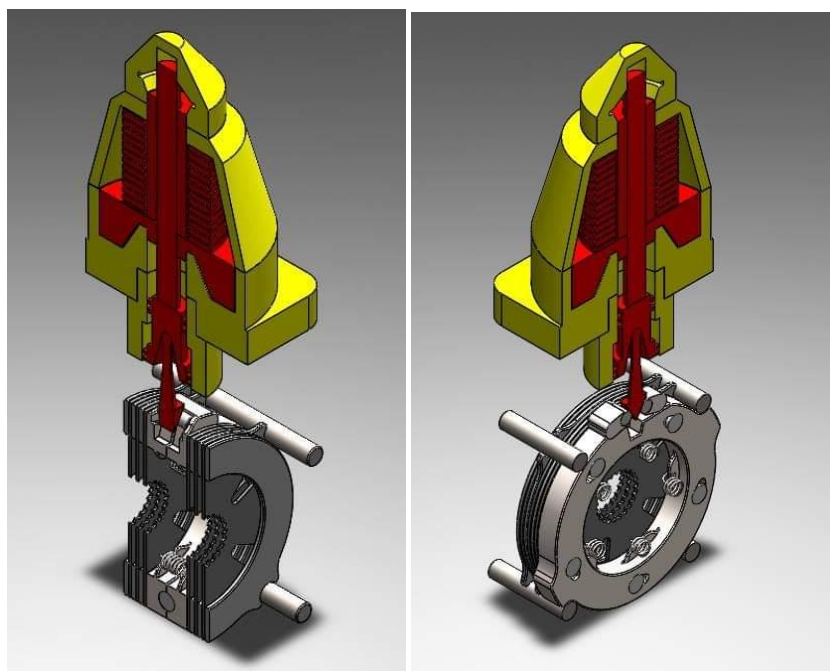
Слика 67. Саставни делови вишеламеласта диск кочнице: фрикциони диск, прстен, куглица, опруга, прстен са жлебовима, клин (с лева на десно)

Сваки од ових делова цртан је понаособ. Фрикциони диск је нацртан коришћењем опције „Rad” као и прстен са жлебовима, при чему су за прстен са жлебовима, жлебови нацртани па је материјал одузиман опцијом “Pocket”. Клинови, куглица и опруга су стандардни делови па су увезени из базе стандардних делова. Након тога, делови су склапани уз помоћ ограничења „Constraints”. Додат је и серво механизам.



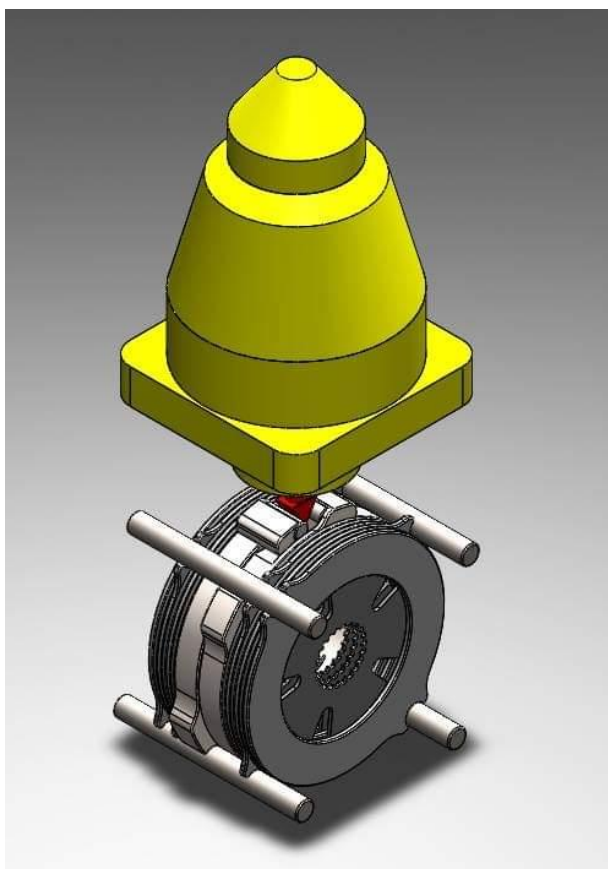
Слика 68. Приказ пресека дискова вишеламеласте кочнице моделиран у програмском пакету CATIA

Након тога, добијен је склоп приказан на слици 69. Како би сви делови вишеламеласте диск кочнице били видљиви одрађена су два полупресека (попречни и подужни), при чему је додат и серво механизам.



Слика 69. Попречни и подужни пресек вишеламеласте диск кочнице

Склопни цртеж вишеламеласте диск кочнице, нацртан у програмском пакету CATIA, дат је на слици 70.



Слика 70. Вишеламеласта диск кочница моделирана у програмском пакету CATIA

Закључак

Пољопривредна производња се хиљадама година уназад заснивала на живом људском раду, а пошто је тај рад физички врло напоран и тежак, људи су стално размишљали како да га олакшају.

Прва оруђа и направе које су олакшавале човеков рад јавиле су се пре пар хиљада година. С временом, оруђа и направе су се постепено усавршавале и тако су настајале пољопривредне машине и механизација. Оруђа, машине и алати су се из дана у дан, из године у годину усавршавала док нису достигла садашњи степен развоја, а развој и усавршавање ће се наставити и убудуће.

До половине XIX века, у пољопривредној производњи претежно су се користила оруђа за ручни рад и уз њих рало или плуг за рад запрегом. Од половине XIX века почиње масовнија производња и коришћење машина за запрежну вучу.

Средина XIX века обележена је значајним открићима: проналаском и подизањем првог индустријског постројења за дестилацију нафте, што убрзава промене и стварање мотора који су данас у примени.

1927. године од америчког удружења пољопривредних инжењера SAE усвојен је стандард уређаја прикључног вратила.

Ови нови стандарди учинили су да прикључно вратило буде практичан и погон уређај који користи део снаге мотора трактора за погон машине, док их у исто време трактор вуче.

Почетак производње трактора у Србији датира када и настанак ИМТ-а. Сматра се да је увођење трактора у пољопривреду највише допринело развоју механизовања пољопривредних радова, ослобађању човека од мукотрпног рада као и развоју цивилизације.

Кочни систем је један од најосновнијих сигурносних уређаја на трактору. 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 да при кочењу, нарочито при максималним успорењима треба да обезбеде стабилност трактора, могућност мирног и постепеног кочења уз потпуни осећај возача у сразмерности силе на команди и успорења, да обезбеди могућност кочења у свим положајима точкова у односу на каросерију возила, односно приколице. Ово важи без обзира на концепцију трактора.

Безбедност и поузданост у индустрији пољопривредних машина су први приоритет у развоју нових трактора. Технологија кочења за мега-машине данашњице и сутрашњице мора бити једнако ефикасна, са ниским трошковима одржавања, практична и економична. Трактор је најважнија машина у пољопривреди зато што са прикључним машинама обавља сложене вишенаменске функције. Системи за кочење ових машина састоји се од: команде, преносног механизма и кочнице. Према намени, кочнице, као подсистеми, могу бити: радне, помоћне и паркирне. У тракторе се највише уграђују следећи типови кочница: кочнице са добошем и дискосне кочнице.

Вишеструке диск кочнице се састоје од више кочних плоча које у сувом стању раде са великом силом притиска између плоча при кочењу. Сила притиска се преноси због промена у положају куглица, смештених између плоча. Њихова мана је значајан губитак енергије због хидрауличног трења између облога и уља, посебно код већих брзина и хладног уља у стању када се кочнице не користе, али кочни диск ротира одређеном брзином.

Већина савремених вишеламеластих диск кочница покреће уље за пренос топлоте са фрикционих плоча. Међутим, затворена природа кочнице захтева разматрање расипања топлоте, док постоје два основна типа мулти-плате кочница, серво и без серво дејства. Сврха диск кочнице са вишеструким плочама је иста као и код конвенционалних кочница, је да заустави и задржи возило у месту. Кочење се дешава између неколико фрикционих дискова и наизменично причвршћених за кућиште или постављених на погонско вратило. Плоче су спојене за стварање момента кочења било кружним клипом који је коаксијални са погонским вратилом или кугличним механизмом и рампом.

У свету постоји тенденција побољшања перформанси транспорта трактора повећавајући брзину трактора. Ипак, повећање брзине пољопривредних возила захтева ефикасан систем кочења који би требало да омогући пољопривредним возилима да задрже корак са осталим учесницима брзих возила у друмском саобраћају, узимајући у обзир сигурност у саобраћају. Ефикасно кочење, поуздан рад, ниско хабање кочних елемената и неосетљивост на прљавштину и воду такође се захтевају од кочног уређаја.

У мастер раду приказани су делови и подсклопови вишеламеласте кочнице савремених трактора, машина за бербу, шумских машина и грађевинских машина (нпр. *Cat 6120B hybrid shovel*).

Литература

1. S. Mačužić, J. Glišović, J. Lukić, D. Miloradović, Structural and thermal analysis of multi-plate disc brakes of agricultural tractors, *Traktori i pogonske mašine*, Vol.20, No.1, pp. 42-49, ISSN 0354-9496, 2015.
2. J. Glišović, S. Mačužić, V. Šušteršič, D. Čatić, Development of brake systems of the tractors and trailers in compliance with the latest legal requirements in the world and in Serbia, *Traktori i pogonske mašine*, Vol.19, No.2, pp. 7-17, ISSN 0354-9496, 2014.
3. А. Седлар, Р. Бугарин, Н. Ђукић, „Техника апликације пестицида“, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2014.
4. Р. Бугарин, А. Бошњаковић, А. Седлар, “Машине у воћарству и виноградарству”, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2014.
5. Л. Савин, М. Симикић, Р. Николић, М. Иванишевић, „Пољопривредни трактори“, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2016.
6. С. Перић, „Трактори“, Семинарски рад из предмета Истраживачки рад у машинству, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2012.
7. A. Poznić, F. Časnji, B. Stojić, Magnetorheological brake utilization potential in agricultural tractors. *Tractors and power machines*, 16(2), pp. 75-82, 2011.
8. С. Трајковић, М. Милановић, Г. Ранковић, З. Стефановић, „Механизација у воћарству“, Ниш, The Danish Neighbourhood Programme, 2015.
9. R. Bernik, “Tehnika v kmetijstvu, Traktor”, Biotehniška fakulteta, Odelek za agronomijo, Ljubljana, 2004.