

Конструктивни особености на съвременната земеделска техника и нейното поддържане

Даниел Бекана

Features of modern agricultural machinery and its maintenance: *In this paper a litericher review about features of modern agricultural machinery is conducted. This study aims to highlight some of the specific fitters of the modern agricultural machines and their maintenance. Some parts like engine, transmission, hydraulic system, steering system as well as diagnostics and maintenance are discussed in detail. Based on the analysis a short conclusion is given.*

Key words: *agricultural machinery, diesel engine, tractor transmission, hydraulic system, steering system, ISO-bus, ISO 11783, telematics,*

ВЪВЕДЕНИЕ

Селскостопанските трактори са един от основните машини които се използват в земеделието. В съчетание с отделните инвентари (прикачни и навесни) трактора заема основно място. Дори съществува възможност за използването на тракторите за прибиране на реколтата където може да се използва прикачна прибираща техника от ново поколение, фиг.1. Следователно земеделските трактори са основните машини в производството на земеделски култури или отглеждане на животни.

Чрез прилагане на иновационни технологии които са намерили широко приложение в автомобилната индустрия в земеделските машини (особено тракторите и комбайните) съвременните машини придобиха сегашния им облик като високо технологични, ефективни и прецизни машини.

Двигателите на тези машини са снабдени с високо технологична горивна система известна като „COMMON RAIL“, най – малко 4 клапани на всеки цилиндър, турбокомпресори с променлива геометрия, изпълнява множество екологични изисквания по отношение на замърсяването на околната среда. Безстепенни трансмисии осигуряват оптимална скорост за дадената селскостопанска операция. Освен прецизната триточкова хидравлична навесна система, електро-хидравличната система за контрол осигурява много – други функции. Значително подобрене е постигнато по отношение на кабината на оператора. Компютърна система за контрол поема все повече роля в управлението на не само отделните системи, но и в диагностиката на машините. По отношение на управление на жизнения цикъл на изделието и опазването на околната среда и използването на биогорива и смазочни материали дава възможност за изпълняването на различни закони, нормативни изисквания и обществени възгледи. Тази сложна и прецизна техника се нуждае от оператор което е адекватно подготвен и заинтересован от крайния резултата на земеделското производство

ИЗЛОЖЕНИЕ

Тракторите са най-важните машини в селското стопанство, те са предназначени да теглят и задвижват разнообразни селскостопанска техника и инвентар, използвани в сложни технологични операции на земеделското производство. В много страни около 40 до 45 % от общите инвестиции на селскостопанска техника е свързана с тракторите [29].

Конструктивните характеристики на тракторите използвани в развитите държави се е променило значително в последните 30 – 40 години. В Западна Европа и Северна Америка, фермери се нуждаят от модерни, така наречените високотехнологични трактори, оборудвани с най-новите технически нововъведения, които могат да осигуряват висока производителност и ефективност. Все повече и повече внимание е отделено на ергономични характеристики на тракторите, също така се въвеждат различни новости тъй като тракторите оказват влияние върху околната среда. На срещуположната страна, повечето в Азия, Африка, Южна Америка и дори някоя из-

точноевропейски земеделски стопани търсят трактори с ниски цени. Броят на тези трактори е много съществено на пазара на посочените страни, но явно такава ниска цена носи остаряла технология. В България, броят на старите трактори без бордова електронна система (БЕС) също е значителен дори се смята, че е около 80 %, което е разбираемо понеже малките земеделски производители обработват малка площ от около 3,0 дка. Раздробената площ и липсата на капитал на малките земеделски производители е причина за използването на стари или не модерна земеделска техника. В Западна Европа необходимата мощност за тракторите които се използват в фермите до 100 ha. е 2 kW/ha, а за по-големите ферми е 1,1 kW/ha. Ако тези данни се сравняват с България където почти всеки средни земеделски стопанства притежава трактор с минимална мощност на двигателя в размер на 26 kW (до 60 kW), очевидно е, че тя не може да се използва рационално. Българските земеделски производители след присъединяването към Европейския съюз (ЕС) са използвали различни програми за да се увеличи ефективността на земеделското производство. Програми като Сапард, Развитие на селските райони, и др. са снабдили българското земеделие с нови модерни земеделски машини.



Фиг.1. Прикачен комбайн за прибиране на картофи при земеделско производство. [9]

Големите зърно производители на българското земеделие в нищо не отстъпват на западно европейските производители и те са снабдени с най-новите земеделски трактори и комбайни. Докато средните и малките производители все още извървяват техните преходи към модерното земеделие [17].

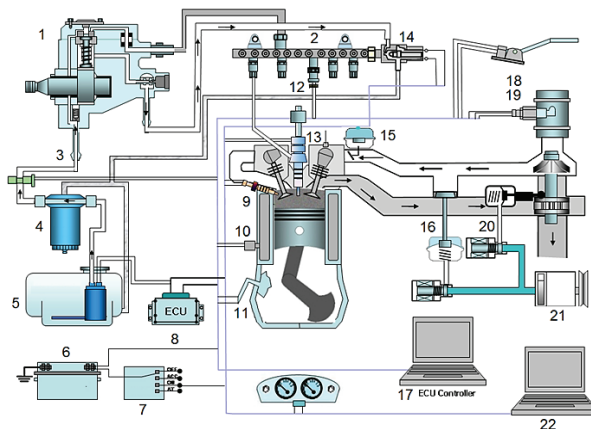
Особености на някои компоненти на земеделските трактори

Двигател с вътрешно горене

Съществува опит за електрифициране на задвижването на земеделската техника като се използват подходящи постоянно токови електро двигатели [3, 4, 6], но все още тази тенденция е незначима. Двигателите с вътрешно горене (ДВГ) остават без алтернатива [5, 11, 26].

В началото на новия век, водещи производителя на трактори, представят модели с нови двигатели, които отговарят на европейските стандарти Euro II, т.е. американските стандарти Tier II [23]. Тези стандарти са свързани с намаляването на нивото на емисиите които замърсяват въздуха с изгорелите газове на дизеловите двигатели, като например NOx, HC, COx (SOx) и частици сажди. Известно е, че двигателя е един от източниците на замърсяването на въздуха, следователно изискването към тях ще бъде още по - строг, новите двигатели са насочени към намаляване на емисиите на изгорели газове и разход на гориво. Почти всички нови трактори се захранват от директно впръскване на горивото дизелов двигател с неразделна горивна камера [20, 23]. Тези двигатели се характеризират с значителни вътрешни загуби на

енергия в сравнение с двигатели с отделна горивна камера. Вместо обикновените гориво нагнетателни помпи които са редови или роторни и отделни треби за високо налягане, новите двигатели са снабдени с акумулаторна (COMMON RAIL) и помпа – дюза горивна система които осигуряват значително по – голямо налягане фиг.3, [2]. Първите трактори с новите горивни системи COMMON RAIL се появиха през 2002, [28, 30]. Системата „Common-rail“ се характеризира с една гориво нагнетателна помпа и още тръба за подаване на нагнетено гориво с постоянно високо налягане за всички дюзи [15]. Дюзите са с вградени електро магнитни клапани които дозират точно количества гориво както и много фазово впръскване. Тази система осигурява налягане над 1500 bar което позволява пълно изгаряне и по-добро използване на енергията от горивото и намаляване на замърсяване на околната среда от отработените газове. Обратно на акумулиращата система която има една гориво нагнетателна помпа, системата помпа – дюза притежава отделни дюзи и помпи за всеки цилиндър. Това конструктивно решение предотвратява загуба на налягане на системата в общата тръба и съответно и в тръбопроводите. Тази система може да осигури желаните 2000 bar налягане които подобрява още повече изгарянето на впръсканото гориво, следователно се подобрява горивната икономичност на двигателя и намалява замърсяването на околната среда от отработени газове [21]. Електро магнитните клапани се контролират от ECU което осигурява оптимален момент за впръскване.

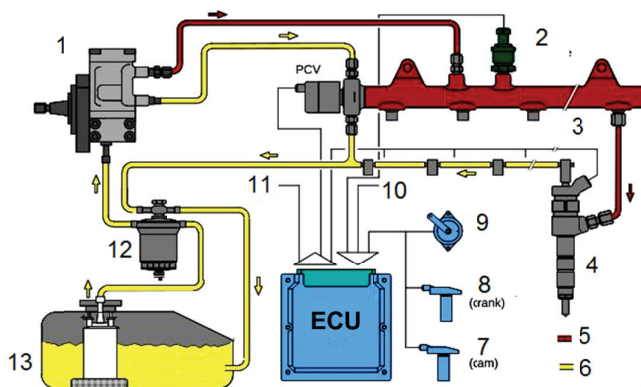


Фиг.2. Схема на устройство на дизелов двигател:

1 - ГНП; 2 - Common Rail; 3 – температурен сензор на горивото; 4 – горивен филтър; 5 – горивен резервоар; 6 – акумулатор; 7 – IG SW платка; 8 - електронен контролен блок; 9 – сензор за налягане в горивната камера; 10 - сензор за температура на охлаждащата течност; 11 – 3600 puls in coder; 12 – сензор за налягане на common rail; 13 – сензор за долна мъртва точка; 14 – сензор за контрол на налягането в общата тръба; 15 – клапан за регулиране на постъпващия въздух; 16 – клапан за регулиране на постъпващия въздух от турбокомпресора (AGR); 17 – ECU контролер; 18 – APS; 19 – ATS; 20 – VGT сензор; 21 – вакуум помпа; 22 – система за контрол на възпламеняването [10, 15, 28]

Очаква се развитието на земеделската техника да бъде ориентирано подобно на развитието на автомобилите по отношение на опазването на околната среда или намаляване на вредните емисии, следователно двигателите на тракторите трябва да съответстват на Euro III и Euro IV стандарти на ЕО, т.е. Американски стандарти Tier III и Tier IV. Във връзка с въвеждането на тези стандарти са въведени конструктивни подобрения които позволява използването на системата за „Adbule“. AdBule е 32, 5% воден разтвор на карбамида, нетоксичен и незапалим. Този продукт е известен също като AUS 32, което е английското съкращение на понятието Aqueous Urea Solution (воден разтвор на урея). Разработен специално за дизелови двигатели, чиято изпускателна тръба е снабдена със селективна каталитична редукция (систе-

ма SCR). AdBlue се впръсква в отработените газове в каталитичният конвертор на дизеловия двигател за намаляване на вредните емисии на азотни оксиди (NOx) [16]. По този начин съответно двигателите на земеделската техника (трактори и комбайни) отговарят на стандартите за емисии Euro 4, Euro 5 и Euro 6. След впръскването на AdBlue в отработените газове карбамидът, съдържащ се в разтвор, произвежда амоняк (NH₃) и въглероден диоксид (CO₂). Всичко това протича при висока температура. Амонякът (NH₃) по-нататък реагира с азотните оксиди (NOx), които се образуват при изгарянето на дизелово гориво. Резултат от химическата реакция са безвреден азот (N₂) и водна пара (H₂O), излизачи от ауспуха. [35]



Фиг. 3. „COMMON RAIL” BOSCH горивна система:

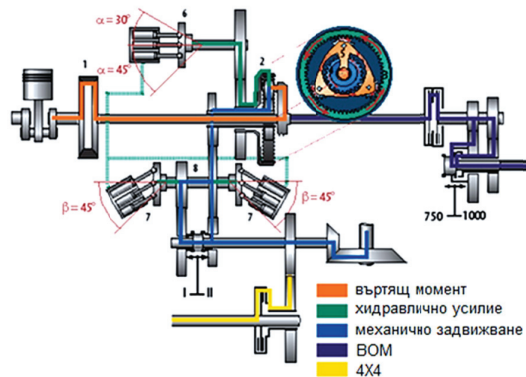
1 – Гориво нагнетателна помпа; 2 – сензор на общата тръба; 3 – обща тръба; 4 – дюза; 5 – тръби за високо налягане; 6 – тръби за ниско налягане; 7 – сензор за скоростта на ДВГ от разпределителния вал; 8 – сензор за скоростта на ДВГ от колянния вал; 9 – педал за ускоряване; 10 – връзка с други сензори; 11 – връзка с други сензори; 12 – горивен филтър; 13 – горивен резервоар и подкачваща помпа [2,28]

Най-ефективния начин за намаляване на вредните емисии е повишаването на налягането на впръскването на гориво. Следователно увеличаването на налягането на впръскването на гориво над 3000 bar може да се постигне при тракторните двигатели с въвеждането на нова горивна система с нов тип ГНП и дюзи, такава е системата „COMMON RAIL” показана на фиг. 3 на фирмата Bosch [2]

Трансмисии

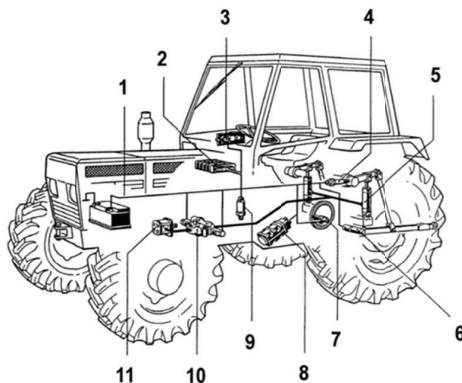
В средата на осемдесетте години се появиха трактори, чиято максимална скорост превишава стандарта на 30 km/h, а през деветдесетте години 40 km/h става стандарт за по-висок клас трактори. В началото на 21 век се появяваха трактори с максимална скорост от 50 km/h и тази скорост може да се превърне в новият стандарт за тракторите. Някои производители дори предлагат специални модели трактори с максимална скорост над 60 km/h [8]. Трактори с максимална скорост над 40 km/h, трябва да имат спирачки на четирите колела. Що се отнася до по-нататъшно увеличаване на максималната скорост на трактора, се очаква, че тракторите трябва да имат спирачна система с анти - блокиращ механизъм (ABS), която намалява негативното влияние върху кормилната уредба и увеличава динамична стабилност на трактора. Увеличението на общия обхват на скоростта, както и търсенето на по-голям брой предавки в основния работен диапазон (5 - 15 km/h) и по-голям брой скорости на верижните трактори (под 1 km/h) доведе до драстично увеличаване на броя на предавките от 4 - 5 през шейсетте години до над 40 в края на 20 век [8,1,22]. Основно изискване за увеличаване броя на предавките в предавателната кутия е

напълно синхронизирането което позволява превключване на предавките под товар. Конвенционалните предавателни кутии вече не може да изпълняват всички изисквания, така се даде път за предавателни кутии с безстепенна скорости фиг. 4, която дава възможност тракторите да изпълняват новите предизвикателства. В същото време позволява да се използва границата на мощността на двигателя при необходимата скорост и превключване на предавки под товар. Предишните опити за използване на хидро-трансмисии бяха хидростатични и хидродинамични трансмисии, но поради големите загуби на енергия в хидравлични предавателни кутии идеята била не широко приложима [32].



Фиг. 4. Безстепенна трансмисия (CVT):

1. усукване виброгасителен, 2. Планетарна предавка комплект, 3. Кръгова предавка,
4. SUN предавка, 5. Планетен носител, 6. Хидравлична помпа, 7. хидравличен мотор,
8. Събиране вал, 9. Скоростния диапазон на задвижване[1, 24]



Фиг. 5. Цифров електронна – хидравлична навесна система на трактор:

- 1 – захранване; 2 – Електронен блок за управление (ЕБУ); панел за управление; 4 – сензор за позиция;
- 5 – хидравлична навесна система; 6 – дросел за управление; 7 – индуктивен сензор за скорост; 8 – радарен сензор; 9 – сензор за налягане; 10 – контролен клапан за навесна система; хидравлична помпа [7, 12]

Хидравлична система

През годините хидравличната кормилна система и триточковата навесна система са изпълнявали успешно операциите макар механично-хидравлична система, които са, дори и днес, се използват най-вече на по-стари и трактори с ниски цени.

Тези системи механично измерват стойността на силата на опън и позицията на телича или навесната система на трактора, където измерените данни се предават на контролния клапан чрез лостовите в рамките на системата. В началото на осемдесетте години на 20-^{ти} век, компанията Bosch е започва да произвежда електронно-хидравлично управление за трактори (electronic-hydraulic hitch control for tractors "EHR"), която е приета от почти всеки производител на трактори [7, 12]. Прилагането на електроника в устройството за контрол, сензори и изпълними елементи отваря нови възможности в контрола на хидравлично навесна система на тракторите [7]. На фиг. 5 е показан трактор, оборудван с електронна хидравлична система за контрол. Контролът на системата на EHR се извършва с електронен блок за управление на връзки за приемане на определената информация на входните и изходните сигнали



Фиг. 6. Системи за погасяване вибрациите на тракторите [18]:
а – кабина на трактор с независимо



Фиг. 7. Седалки с активни окачване към шасито на трактора:
(courtesy: Grammer driver seats) [14];

Ергономични характеристики на съвременната земеделска техника

Фермерите които използват земеделската техника прикарват една по-голяма част от работното време в кабината на машините и са подложени на различни видове неблагоприятни въздействия, поради тази причини производителите на машините инвестират значителни средства и време за изследване и отстраняване на тези

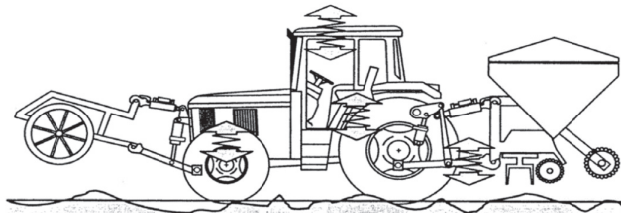
неблагоприятни условия на труд, така че за да се създадат удобство за работа в кабините на тези машини (фиг.6 и 7). Шумът в кабините на съвременните трактори е значително намалено, в някои съвременни трактори нивото на шума е 70 dB, което се сравнява на съвременните луксозни коли. Този резултат е постигнат с производство на трактори с кабинни на отделен изолиран модул, които са с гъвкава връзка свързани с трактора Фиг.6, б. Кабините са произведени от високо качествени изолационни материали и което позволява кабинети да бъде отдалечени няколко отсеги от двигателя. Най- честите професионални заболявания са причинени от вибрациите на машините. Проблемата на вибрацията, на старите трактори са решени само с окачването на седалките на машините.

Тези стари седалки са окачени пасивно и не са ефективни против вибрациите на водачите. Седалките на съвременните трактори са произведени според изискването на медицински специалисти и имат активно окачване които осигуряват по- малко вибрации фиг.7. [27]. Като цяло вибрациите на съвременната земеделска техника е намалено многократно например при тракторите са въведени системи за погасяване вибрациите фиг.8. В кабината на машините е разположена системата за управление която позволява водача да управлява машинката удобно в следващата точка е разглеждан въпроса за управление на машините.

Системи за управление на земеделската техника

Системата за управление на земеделската техника основно се състои от две отделни устройства: 1. Устройство което позволява водача да контролира управляемите колела на трактора и 2. Устройство за обратна връзка което позволява водача да усеща реакцията на управляемите колела от системата за управление.

На фиг. 9 е показана съвременна система за управление на земеделската техника. Усилието което се прилага от водача на системата за управление се измерва от уред за измерване на въртящ момент и се предава към контролния блок за управление. Контролният блок контролира мотора за задвижване за да се предава достатъчно усилие което позволява завиването на трактора колкото водача е прилагал. Ако усилието е достатъчно да преодолява пътното съпротивление и триенето в зъбната рейка тогава управляемите колела започват да се завъртват. Задвижването на кормилното устройство могат да бъдат класическа рейка и пиньон свързан с кормилните щанги задвижвани от електро мотор. Ако се приложат външни сили, действащи върху управляемите колела които надвишават силата, приложена върху кормилните щанги от въртящия момент, приложена от мотора чрез кормилния механизъм, колелата ще се движат. Тази система улеснява работата на водача и прави машините лесно управляеми и маневрени.

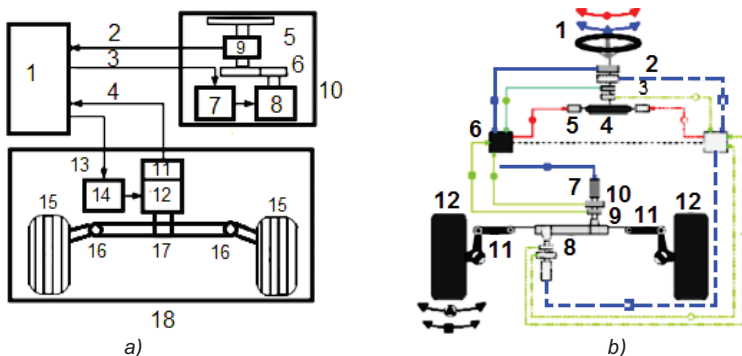


Фиг.8. Системи за погасяване вибрациите на трактори [5]:
а – кабина на трактор с независимо окачване

Съвременната земеделска техника се управлява с джойстик фиг.10. И е част от системата за безстепенна трансмисия която е разгледана по рано в точка 2.2.

Поддържане на земеделската техника

За поддържането на съвременна земеделска техника е необходимо използването на съвременна диагностична система. С усъвършенстване на конструкцията на машините са въведени множество иновационни системи които са снабдени с бордови компютърни системи, много първични преобразуватели (датчици), мехатронни системи и други. Тези системи са намерили широко приложение в съвременната промишленост. Следователно диагностиката на индустриалните съоръжения е развита много добре и е разпространена широко. В земеделската техника отделните операции се извършват в определен интервал от време и са фиксирани в календарен график които зависят от климатичните условия. Следователно извършването на определените операции на време в полето е критично поради ограничените човешки и машинен ресурс. Съвременната земеделска техника е снабдена с бордова диагностична система която улеснява откриването и отстраняването на отказите на време. Класическата диагностика открива отказите посредством анализирането на техническото състояние на обектите чрез измерване на симптомите които са като намаляване на производителност, температурен режим, налягане, параметри на вибрациите, анализ на отработените масла и др. При мобилните земеделски машини основния проблем се състои в мониторинга и диагностирането на състоянието на машините докато те са в движение (в експлоатация), следенето тяхното техническо състояние за откриване и локализиране на потенциалните откази и тяхното отстраняване преди фактическият отказ е настъпил. Основните функции на диагностичните системи са: регистриране отказите на отделните компоненти които влияят върху производителността (изпълнението на операцияите), контролиране нивото на замръсяването на околната среда от отработените газове (NO_x , SO_x , CO_x), разход на гориво, дефекти свързани с безопасността на оператора и други които работят на полето, дефекти свързани с работата на двигателя. Основният компонент на диагностичната система на съвременните трактори е бордовия компютър с „touch screen“, свързан с USB/ основния модул (Device Net Converter) чрез USB порта. „CAN bus“ системата свързва интерфейс модула с един до три модули които събират данни от сензорите монтирани на различни места върху машините.



Фиг. 9. Управление на тракторите с електронен сигнал:

А) 1 – кормилно; 2 – устройство за следене на усилито за въртене; 3 – устройство за измерване на разположението; 4 – само заключващо устройство/ еднопосочен механизъм/ зъбно колело; 5 – Електро мотор; 6 – процесор; 7 – Електро мотор; 8 – зъбно колело за завъртане; 9 – устройство за измерване на разположението; 10 – устройство за следене на усилито за въртене; 11 – кормилна щанга; 12 – колела управляеми; В) 1 – SBW контролер; 2,3 – сигнал за SW сензор; 4 – сигнал за RW сензор; 5 – кормилно; 6 – предавка; 7 – задвижване на мотора; 8 – SW мотора; 9 – сензор; 10 – устройство на кормилното управление; 11 – сензор; 12 – RW мотора; 13 – сигнал за RW контрол; 14 – задвижване; 15 – управляеми колела; 16 – кормилни щанги; 17 – зъбна предавка с рейка; 18 – устройство на кормилното управление на пътя [19.]

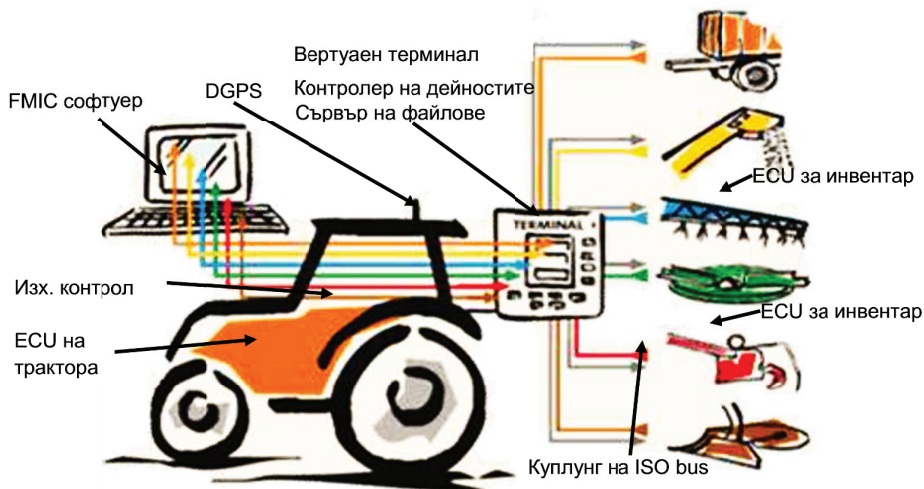


Фиг.10. Управление на новите генерация трактори [1].

Комуникацията и системата за обмен на информацията на земеделската техника са регламентирани от стандарта ISO 11783-12:2014 (*Serial control and communications data network*)

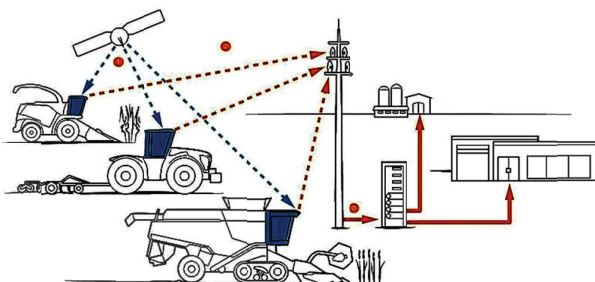
Както във всички сфери на живота, съвременната земеделска техника в развитите страни е не мислима без приложението на електрониката и компютърна техника и системи като цяло [31]. Все повече увеличено използване на електрониката и компютърни системи за контрол на сложните системи на машините които комбинират знанията от машините, електрониката и информационните науки, показва интеграцията на знанията на различните сфери на техническите науки [20, 21]. Механтониката включва развитието на компонентите на електрониката за контрол на компонентите на тракторите като ДВГ, трансмисията и хидравлична система като подсистеми на трактора, и за окачване на различни прикачни инвентари към трактора. Всеки компонент трябва да има съответния елемент като различни видове сензори и устройства за управление (actuators), което дават възможност за автоматично изпълнение на всички необходими функции. За да може трактора и всички негови компоненти оптимално да изпълняват необходимите функции, необходимо е уникалната система за контрол да изпълнява тази функции. Системата ISO-bus [25,41] ефективно осигурява комуникация между бордовия компютър, трактора и прикачните инвентари. Стандартизирането на тази система (ISO11783) осигурява универсалността на приложението на тази система на всички произведени в момента от всички производители земеделска техника.

ISO11783, като цяло, се посочва като серийна мрежа за управление на данни и комуникации на селскостопански трактори и навесни, полунавесни, прикачни или самоходни земеделски машини. Неговата цел е да се стандартизира начина и формата на трансфер на данни между сензори, изпълнителни механизми, елементи за управление и съхранение на информация, както и дисплеи, дори прикачени върху трактора. Стандарта ISO11783 - 12: 2014 описва система за диагностика на мрежата. На фиг.11 [25]. е показана схемата на системата според стандарта ISO11783.



Фиг. 11. Схемата на системата ISO bus според стандарта ISO 11783 [25].

Така организираната система способства използването на мобилна система за мониторинг на цялата операция която може да се извърши в отделните стопански дворове и като цяло не зависимо от географското разположение на машините могат да бъдат администрирани от едно място. Така например е система та за онлайн мониторинг TELEMATICS на фирмата Клас Фиг.12, [13, 33]. Системата TELEMATICS позволява достъп на основните информации за поддържане на техниката чрез интернет връзка през цялото време (непрекъснато) от всяка точка на земното кълбо. Тази информация съдържа актуалното разположение на машините, техническото състояние на машините, тяхната производителност и данни за машините. Също така първоначалната диагностика може да се извърши чрез същата система. „TELEMATICS“ има възможност да регистрира повече от 200 различни видове данни и автоматично да ги изпраща към уеб сървъра което е свързано със системата през определен интервал от време чрез мобилна телефонна мрежа.



Фиг. 12. Системата „TELEMATICS“ за диагностика и събиране на актуална информация на земеделската техника:

1 – Събиране на данни системата за „TELEMATICS“ чрез сателитни сигнали от полето; 2 – Данните от машините за състоянието на машините и тяхната настройка се изпращат към сървъра на TELEMATICS чрез GSM мобилна мрежа; 3 – фермера получава актуална информация за състоянието на машините от полето директно или от неговия дилер който се грижи за състоянието на машините [13]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съвременната земеделска техника съществено се различава от предходната и изиска добре подготвени оператори, механици и мениджъри които могат гъвкаво да работят с съвременна диагностична апаратура и софтуер за нейното обезпечаване. Високата производителност и голямата първо начална инвестиция може да се оправдае само ако тази техника се използва с висока надеждност и организация на земеделието като бизнес.

Ниската квалификация на обслужващия персонал в ремонтно дилерските фирми и в сервизите е един от проблемите които поскъпват поддържането на земеделската техника. За пълноценно използване на системата за поддържане на земеделската техника е необходимо обучаването на фермерите и на техните служители на съвременната мобилна комуникационна система и използването на специализираните софтуери за поддържане на техниката

ЛИТЕРАТУРА

- [1] AGCO Fendt Vario Guide auto steering system, <http://robohub.org/are-agricultural-robots-ready-27-companies-profiled/> <http://www.fendt.com/int/8995.asp>
- [2] Aird, "Bosch Fuel Injection Systems", HP Books, F.2001. ISBN: 1-55788-365-3, http://www.dieselnets.com/tech/diesel_fi_common-rail_control.php
- [3] BERNHARD, B.: Prospects of electrically propelled agricultural machinery, Proceedings of the International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija (2004), 31-41.
- [4] EMERT, R.; ŠUMANOVAC, L.; JURIC, T.; BRKIĆ, D.: Problematika odlaganja otpadnih ulja u poljoprivredi Slavonije i Baranje, Proceedings of the International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija (1998), 125-129.
- [5] FILIPOVIĆ D. et. al., Dubravko Filipović, Silvio Košutić, Zlatko Gospodarić, Stjepan Plie Stić and Vitomir Grbavac, Constructional Characteristics of the Agricultural Tractors at the Beginning of the 21st Century Strojarstvo: Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering, Vol.50 No.5 277-285, October 2008, <http://hrcak.srce.hr/file/63701>,
- [6] FILIPOVIĆ, D.: Izbor traktora za poljoprivredno gospodarstvo, Gospodarski list 157 (2000), 52-53.
- [7] FEDDE, T.; LANG, T.: Traktorhydraulik, In: Harms, H.H.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2005), 73-79.
- [8] GRAD, K.: Getriebetechnologie für Traktoren Landtechnik 58 (2003) 3, 178-180.
- [9] Grimme UK 2016, <http://www.grimme.com/uk/products/erntetechnik/se-75-55>,
- [10] HAWLEY, J.G.; WALLACE, F.J.; COX, A.; HORROCKS, R.W.; BIRD, G.L.: Variable geometry turbocharging for lower emissions and improved torque characteristics, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D – Journal of Automobile Engineering 213 (1999) D2, 145-159.
- [11] HEFFER, G.; VUJČIĆ, M.; MENĐUŠIĆ, I.: Recikličnost poljoprivrednih strojeva, Proceedings of the International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija (1998), 131-136.
- [12] HESSE, H.: 25 Jahre elektronische Hubwerksregelung EHR für Traktoren, Ölhydraulik und Pneumatik 49 (2005) 6, 394-401.
- [13] How TELEMATICS works, <http://www.gabun.claas.com/cl-pw-en/products/easy/telemetrie-2015/monitoring/functionality>, CLAAS KGaA mbH,
- [14] HOPPE, U.; MEYER, H.J.: Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz, In: Harms, H.H.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2005), 80-84.
- [15] Jean L. Broge, Optimizing diesel engine operating conditions, 2016 SAE International. <http://articles.sae.org/6279/>

- [16] Какво е AdBlue? <http://www.eurowag.com/bg/informacija/gorivo/kakvo-e-adblue>, W.A.G. payment solutions, a.s., 2016
- [17] KRŽAN, B.; VIŽINTIN, J.: Biološki razgradiva maziva kao alternativa mazivima mineralnog porijekla, Proceedings of the International Symposium „Trends in the development of agricultural machinery, Radenci (2001), 27-34.
- [18] John Deere Unveils New High-Horsepower 4-Track 9RX Series Tractors, https://www.deere.com.au/en_AU/our_company/news_and_media/press_releases/2015/aug/2015-aug25-9rx-series.page
- [19] Jyothis Balakrishnan, Steer By Wire In Agricultural Tractors, <http://www.ijser.org/researchpaper%5CSteer-By-Wire-In-Agricultural-Tractors.pdf>, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 7, July-2013 1306, ISSN 2229-5518 P. 1303 – 1309
- [20] LANG, T.: Mechatronic in Landmaschinen, In: Matthies, H.J.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2003), 71- 75.
- [21] LANGBEHN, C.: Der Landwirt von morgen – was muss er können, In: Hövelmann, L.; Rupalla, R. (ed.): Der Landwirt der Zukunft: Wege erfolgreicher Praktiker (2000), 23-37.
- [22] MANTRIOTA, G.: Power-split continuously variable transmission systems with high efficiency, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D – Journal of Automobile Engineering 215 (2001) D3, 357-368.
- [23] MELDE TUCZAI, H.: Saubere Motoren für die Landwirtschaft, DLZ Agrarmagazin 54 (2003) 13, 34-35.
- [24] PAYRI, R.; CLIMENT, H.; SALVADOR, F.J.; FAVENNEC, A.G.: Diesel injection system modelling. Methodology and application for a first-generation common rail system, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D – Journal of Automobile Engineering 218 (2004) D1, 81-91.
- [25] Peter Nelson, Precision Farming Challenges in the 21st Century, I SO wish it were that easy ! The challenge of ISOBUS Implementation, Engineering Director, RDS Technology Ltd., http://app.claas.com/2013/university-symposia/download/newport/6_Peter_Nelson_Slides.pdf,
- [26] POPOV-BOGDANOVA, B.; JOVANOVSKA, V.; JOVANOVSKI, N.; DIMITROVSKA, G.: Alternative fuels in agricultural machines, Proceedings of the International Symposium “Actual Tasks on Agricultural Engineering”, Opatija (2004), 93-103.
- [27] POLSTER, A.: Sitztechnik der Zukunft, Landtechnik 59 (2004) 3, 134-135.
- [28] RENIUS, K.T.; MARTINUS, M.: Motoren und Getriebe bei Traktoren, In: Matthies, H.J.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2004), 60-66.
- [29] RENIUS, K.T.: Global Tractor Development: Product Families and Technology Levels, Proceedings of the International Symposium “Actual Tasks on Agricultural Engineering”, Opatija (2002), 87-95.
- [30] RENIUS, K.T.: Gesamtentwicklung Traktoren, In: Harms, H.H.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2005), 49- 57.
- [31] REITER, H.: Innovative Technologien am Traktor durch Elektronikanwendung, Landtechnik 58 (2003) 3, 162-165.
- [32] SAVARESI, S.M.; TARONI, F.L.; PREVIDI, F.; BITTANTI, S.: Control system on a power-split CVT, for high-power agricultural tractors, IEEE-ASME Transactions on Mechatronics 9 (2004) 3, 569-579.
- [33] SCARLETT, A.J.: Integrated control of agricultural tractors and implements: a review of potential opportunities relating to cultivation and crop establishment machinery, Computers and Electronics in Agriculture.

[34] SCHWANGHART, H.: Reifen – Reifen/Boden - Verhalten, In: Harms, H.H.; Meier, F. (ed.): Jahrbuch Agrartechnik (2005), 64-72.

[35] Wolf-Peter Trautwein Dr., AdBlue as a Reducing Agent for the Decrease of NOx Emissions from Diesel Engines of Commercial Vehicles, Part 2: Laboratory and Field Testing of AdBlue, AdBlue Logistics, ISSN 0937-9762 ISBN 3-936418-36-5, Hamburg, Februar 2005, http://www.dgmk.de/downstream/publikationen/im_netz/report_616-2_e.pdf

За контакти:

Доц. д-р Даниел Ликаса Бекана, Катедра "РНММЛХТ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 701, e-mail: dbekana@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.