

позволяет предотвратить выход из строя двигателя при возникновении внештатной ситуации (недостаточное давление масла в масляной магистрали, превышение допустимой температуры охлаждающей жидкости, превышение максимальной частоты вращения коленчатого вала) путём прекращения подачи топлива (остановки двигателя).

Системы топливоподачи *Common Rail* устанавливаются на двигатели Минского моторного завода экологических уровней *Stage-3, Stage-3A, Stage-3B, Евро-3, Евро-4*.

Выводы

Внедрение и развитие топливоподающей системы *Common Rail* на Минском моторном заводе связано с внедрением всё более жёстких международных экологических норм для автомобилей и сельхозмашин и включало следующие этапы постановки двигателей на производство:

- двигатели Д-245.Евро3, Д-245.*Stage3A* – с 2007г.;
- двигатели Д-260.*Stage3A* – с 2008г.;
- двигатели Д-260.*Stage3B* – с 2011г.;
- двигатели Д-245.Евро4, Д-245.*Stage3B* – с 2012г.;
- двигатели Д-245.Евро4LC (*Low Cost*) – с 2013г.

В настоящее время на Минском моторном заводе, ОАО «Горьковский автомобильный завод» и ОАО «Павлодарский автомобильный завод» проходят испытания двигатели экологического уровня Евро5.

Литература

1. Реализация концепции электронного управления при автоматизации дизельного двигателя с механической топливоподачей. / А.Г. Баханович, О.С. Руктешель, В.А. Кусяк, А.Н. Гурин // *Новости науки и технологий*. – 2015. – № 1 (32). С. 11– 18.
 2. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулём», 2004.-480 с.:ил.
 3. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами: Монография / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич. – Мн.: УП «Технопринт», 2004.-512 с.:ил.
- Топливная аппаратура и системы управления дизелей. / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – 2-е изд. – Москва: Легион-Автодата, 2005.-344 с.

42. А.В. Захаров к.т.н., доцент, Г.И. Гедроить, А.В. Вацула, И.О. Захарова, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г.Минск, Республика Беларусь.

НАВЕСНОЕ УСТРОЙСТВО ТРАКТОРА И СИСТЕМА ЕГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ ТЯГИ

Основные требования к навесному устройству (НУ) и терминологию определяет ГОСТ 10677-2001. Данный стандарт устанавливает три класса (категории по ИСО) НУ с высотой присоединительного треугольника: НУ-2, $y_0 = 610$ мм; НУ-3, $y_0 = 685-700$ мм; НУ-4, $y_0 = 1100$ мм.

Для тракторов всех тяговых классов устанавливается высота оси подвеса $m_2 = 0,4$ м.

Рационально выбранные точки крепления подъемно-навесного устройства к заднему мосту трактора и его геометрические размеры должны обеспечивать:

- возможность быстрого заглубления в почву рабочих органов навесного орудия без принудительного внешнего воздействия на наименьшем пути заглубления;
- стабильность хода орудия по глубине;
- догрузку задних колес трактора с целью увеличения сцепного веса и его тягово-сцепных свойств;
- допустимую разгрузку передних колёс трактора с целью сохранения управляемости;
- постоянную ширину захвата навесной машины вследствие устойчивого прямолинейного движения МТА.

Кроме того ГОСТ10677-2001 определяет продольную координату центра вращения (ЦВ) тяг НУ:

- для колесных тракторов $x=(1,25-1,5)L$, L- база трактора;
- для гусеничных тракторов $x=(0,8-1,25)L$.

У тракторов «Беларус» особенно тяговых классов 4 и 5 данное требование не выполняется в результате увеличенный путь заглубления с/х орудия и сниженная стабильность глубины почвообработки. Эти недостатки компенсирует установленная на тракторе электрогидравлическая

система регулирования навесного устройства трактора фирмы BOSCH-REXROTH. Однако постоянная коррекция положения навесного устройства, а вместе с ним и с/х орудия ведет к увеличению энергозатрат на привод насоса, нагреву рабочей жидкости и т.п. К этому также добавляются автоколебания, вызванные продольными дифферентами при переезде макро- и микрорельефа полей, вызывающие и вовсе ложный сигнал у датчиков положения системы регулирования [1, 2]. Поэтому *целью исследований* является поддержание необходимого пути заглабления с/х орудия и стабилизация глубины его работы в агрегате с колесным трактором «Беларус».

Для уменьшения пути заглабления рабочих органов необходимо, чтобы ЦВ тяг навески находился впереди оси подвеса (ось проходящая через точки крепление с/х орудия к тягам трактора). В этом случае угол входа рабочих органов с/х орудия γ должен иметь положительное значение и находиться в пределах $\gamma = 0,05-0,09$ рад ($3...5^0$).

Положительное значение заглабляющего момента $M_{\text{заг}}$ в определенных пределах обеспечивает и стабильность хода рабочих органов по глубине. Заглабляющую способность плугов оценивают по удельному заглабляющему моменту $m_{\text{загл}}$, приходящемуся на единицу ширины захвата плуга. Для работы тракторных агрегатов с плугами общего назначения в средних почвенных условиях (с удельным сопротивлением почвы $\kappa = (3...6) \cdot 10^4$ кН/м²), оптимальное значение $M_{\text{загл}}$ составляет 4...5 кН·м. Для работы в наиболее тяжелых условиях ($\kappa = (7...8) \cdot 10^4$ кН/м² -плотные почвы и затупленные лемеха) $M_{\text{загл}} = 6...8$ кН·м.

Исходя из выше изложенного для поддержания необходимого пути заглабления с/х орудия и повышения стабильности глубины работы необходимо центр вращения (ЦВ) тяг НУ располагать на определенном расстоянии (плече) от результирующей тягового сопротивления или наоборот результирующую тягового сопротивления располагать на определенном расстоянии (плече) от центра вращения тяг НУ[3].

Первому варианту посвящено большое количество работ. На старых тракторах МТЗ кронштейн крепления верхней тяги выполнен с тремя отверстиями для ее перестановки, таким образом, изменяли продольную координату центра вращения (ЦВ) тяг НУ, плече и заглабляющий момент. Перестановку осуществляли при смене типа почвы торфяник, суглинок и т.д.

Второй вариант предусматривает изменять избыточное давление в гидроцилиндре в зависимости от знака усилия (- вверх, + вниз) в захватах крепления с/х орудия в нижних тягах навесного устройства трактора.

Так как новое НУ устанавливаемое на тракторах «Беларус» имеет два гидроцилиндра работающие только на подъем, а опускание происходит под собственным весом необходимо установить гидроцилиндры двойного действия, что приведет к удорожанию НУ, поэтому рациональнее установить двусторонний гидроцилиндр вместо верхней тяги. В электрогидравлическую систему регулирования включить электромагнитный клапан и гидроаккумулятор (рис. 1). На старых тракторах МТЗ схожие функции выполнял гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ). Им вручную устанавливалось давление подпора в полости подъема гидроцилиндра, которое оставалось постоянным в процессе работы.

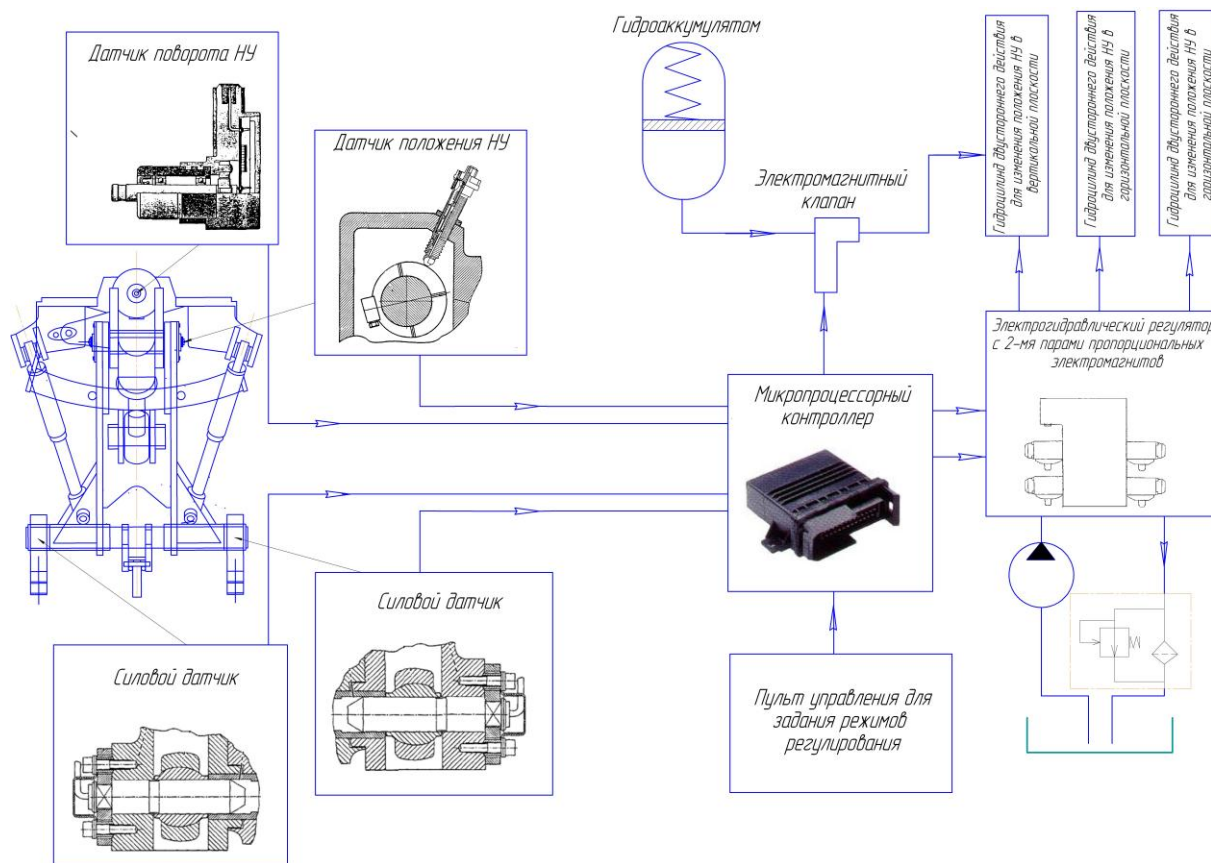


Рисунок 1 - Функциональная схема системы управления навесного устройства трактора с возможностью регулирования направления линии тяги в пространстве

Еще одно требование, которое необходимо учитывать - направление линии тяги должно находиться в одной продольно-вертикальной плоскости с центром вращения тяг НУ. В противном случае будет происходить перекося навесного устройства и нарушена работа с/х орудия, большое перераспределение нагрузки между задним правым и левым колесами что влечет к снижению тягово-сцепных свойств и курсовой устойчивости агрегата в целом [4].

Например, в работе [5] Шарова Н.М. доказывается, что для пахотного агрегата на базе колесного трактора класса 1,4 с трехкорпусным плугом ЦВ тяг НУ должен находиться в зоне линии действия силы тяжести. Наилучшая равномерность глубины хода достигается, если опорное колесо плуга расположено на расстоянии $l_{пл} = 0,7$ м от оси подвеса.

В работе [6] поясняется что центр вращения тяг НУ должен совпадать с центром упругости ходовой системы как гусеничного так и колесного трактора.

В своих исследованиях Ким Л.Х. [7] объясняет, что перестановкой опорного колеса орудия с переднего положения на заднее можно добиться оптимального направления линии тяги, при котором глубина работы с/х орудия будет стабильна. И приводит экспериментальные данные, что при пахоте плугом с задним расположением опорного колеса, расход топлива составил 14,28-14,45 кг/га вместо 18,3-19,19 кг/га у плуга с передним расположением опорного колеса.

Выводы

Проанализировав многочисленные работы посвященные взаимодействию трактора с сельхозорудием выяснено, что поддержание взаимного расположения результирующей тягового сопротивления и центра вращения тяг навесного устройства трактора дает ощутимые энергетические эффекты. Однако данных по автоматизации процесса поддержания оптимального взаимного расположения результирующей тягового сопротивления с/х орудия и центра вращения тяг навесного устройства трактора не приводится.

Литература

1. Такой тяжелый и все таки такой легкий. Испытания плуга Lemken Vari Transit 8// Современная с/х техника и оборудование. Осенний Выпуск, 2007, № 34-37.
2. Горин Г.С., Захаров А.В. Расчет показателей силового взаимодействия трактора с навесным орудием в рабочем и транспортном положениях/ Г.С. Горин, А.В. Захаров//Современные

технологии и комплексы технических средств в с/х производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25-27 мая 2005г./БГАТУ.-Минск, 2005.-С 28-31.

3. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин/ Г.Н. Синеоков. –Москва: Машиностроение, 1965. -310 с.

4. Турбин Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет/ Б.Г. Турбин. – Ленинград: Машиностроение, 1967.-577с.

5. Шаров Н.М. Изыскание оптимальных значений параметров навесного устройства трактора для работы с плугом: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.03/ Н.М. Шаров/ МИИСП.- Москва, 1965 – 20с.

6. Горин Г.С., Захаров А.В., Ващула А.В. Влияние малых взаимных перемещений трактора и навесного сельхозорудия на тяговую и общую динамику их взаимодействия Г.С. Горин, Захаров А.В., А.В. Ващула // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2009. - №4. – С. 97...107.

7. Ким Л.Х. Исследование и усовершенствование механизмов навески многокорпусных плугов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.03/ Л.Х. Ким; объедин. Совет ВИСХОМ и НАТИ. – Москва, 1966.-36с.

43. А.В. Захаров к.т.н., доцент, А.В. Ващула, И.О. Захарова, «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ТОРМОЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА КЛАССА 5

С развитием модельного ряда тракторов «БЕЛАРУС» от тягового класса 1,4 до 5,0 и мощности двигателя от 45 до 220 кВт эксплуатационная масса трактора достигла 12-14 т. Масса агрегата на базе колесного трактора кл.5 с комбинированными почвообрабатывающе-посевными комплексами составила 18-20 т., а с транспортными прицепами доходит до 40т. Скорости движения таких агрегатов по дорогам достигают 40км/ч, что предъявляет высокие требования к тормозным системам [1, 2].

Тормозная система, устанавливаемая на тракторе «БЕЛАРУС» начиная с тягового класса 3 состоит из левого и правого рабочих тормозов с ножным управлением от педалей и стояночно-запасного тормоза с ручным независимым управлением от рукоятки, действующего на рабочие тормоза. Привод рабочих тормозов – гидростатический, с помощью левого и правого главных тормозных гидроцилиндров и левого и правого рабочих гидроцилиндров.

Основным недостатком тормозного механизма является то, что прижатие фрикционных тормозных дисков к промежуточным и опорному диску осуществляется за счет развода нажимных дисков. Как при нажатии на педаль (рабочий) так и при управлении рукояткой (стояночный). Нажимные диски обкатываются на шариках, размещенных в лунках переменной глубины, выполненных на нерабочих поверхностях этих нажимных дисков, что создает эффект (расклинивания) дополнительного прижатия нажимных дисков (эффект расклинивания).

Из-за эффекта серводействия возможно заклинивание тормозного механизма даже без воздействия на тормозные педали, различная эффективность тормозного механизма при движении вперед и назад, неравномерное прижатие фрикционных дисков, а соответственно и износ, наличие двух нажимных дисков это потенциальные две пары трения.

Для устранения этих недостатков предлагается усовершенствование конструкции тормозного механизма рис.1. Привод останется тот же гидростатический, рабочие цилиндры имеют кольцевую конструкцию. При поступлении жидкости в кольцевой рабочий цилиндр поршень 1, перемещаясь под давлением жидкости, прижимает пакет фрикционных и промежуточных дисков 2 которые находятся в масляной ванне. Стояночно-запасной тормоз остается с механическим приводом рис.2, имея только один нажимной диск, а функцию второго выполняет опорный диск.