

УДК 681.3.001

НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

*Шматко С.Б. (РУП «Минский тракторный завод»),
Бобровник А.И. (БГАТУ)*

Внедрение электрогидравлических систем управления агрегатами на серийных тракторах «Беларус» началось в середине 1990-х годов. Первые электрогидравлические системы в качестве исполнительных устройств использовали дискретные электрогидрораспределители, работающие по принципу «включено-выключено». Дискретные электрогидрораспределители, в свою очередь, либо направляли поток масла в бустера фрикционных муфт соответствующих механизмов, либо соединяли бустера со сливом. Данные системы управления строились на реле и содержали, как правило, в качестве датчиков дискретные контактные выключатели типа ВК, а в качестве органов управления клавишные переключатели типа П-147 и П-150. Применение электрогидравлических систем релейного типа вместо механогидравлических либо механических систем предполагало использование существующих унифицированных узлов трактора с минимальными изменениями.

Одной из первых серийных таких систем стала электрогидравлическая система управления блокировкой дифференциала заднего моста (БДЗМ) и приводом переднего ведущего моста (ПВМ) трактора «Беларус-1221» (120 л.с.).

В состав указанной системы входят:

- пульт управления со встроенной электрической частью системы;
- два дискретных электрогидрораспределителя;
- электромеханический датчик угла поворота 13° ;
- электромеханический датчик буксования;
- соединительные кабели.

Общий вид панели пульта системы дан на рис.1.

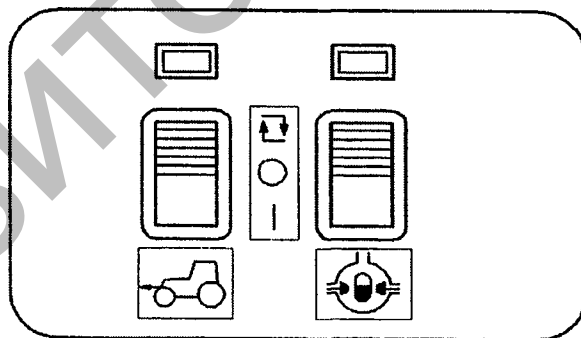


Рисунок 1. Общий вид панели пульта системы управления БДЗМ и ПВМ трактора «Беларус-1221»

Управление БДЗМ осуществляется при помощи клавишного переключателя и имеет режимы:

- выключено;
- включено принудительно (нефиксированное положение клавиши);
- включено с автоматическим слежением за углом поворота направляющих колес трактора по электромеханическому датчику, установленному в левом бортовом редукторе ПВМ; автоматическое выключение происходит при угле более $13 \pm 2^\circ$ или нажатии на любую из педалей тормозов.

Управление приводом ПВМ осуществляется при помощи второго клавишного переключателя и имеет режимы:

- выключено;
- включено принудительно;
- включено с автоматическим слежением за буксованием задних колес по электромеханическому датчику, установленному в КП (включение датчика происходит от кулачковой полумуфты, срабатывающей при увеличении частоты вращения задних колес при буксовании); автоматическое включение происходит при превышении заданной величины буксования.

Предусмотрено автоматическое включение привода ПВМ при торможении (нажатии на заблокированные педали тормозов) для уменьшения тормозного пути.

В настоящее время серийная электрогидравлическая система управления релейного типа устанавливается и на тракторах «Беларус-1523/-2022» (150 л.с., 200 л.с.). На рис.3 приведен общий вид панели пульта указанных тракторов.

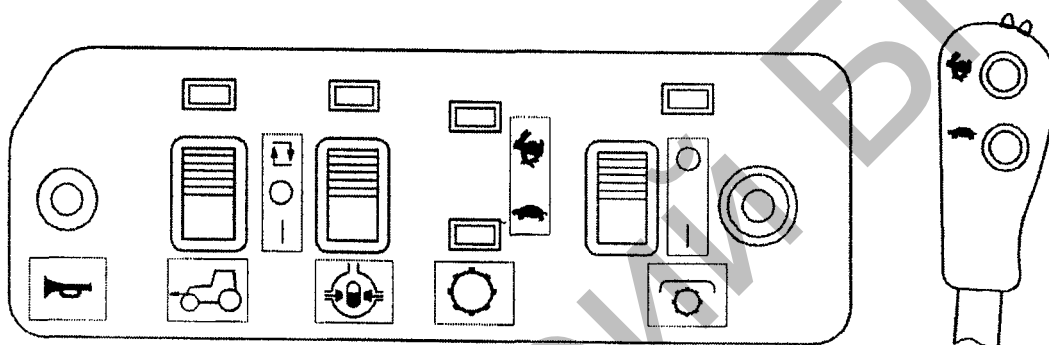


Рисунок 2. Общий вид панели пульта системы управления БДЗМ, ПВМ, РКП и передним ВОМ тракторов «Беларус-1523/-2022»

В состав системы входят:

- пульт управления со встроенной электрической частью;
- четыре дискретных электрогидрораспределителя;
- два электронных датчика угла поворота направляющих колес (13° и 25°);
- электромеханический датчик буксования;
- электромеханический датчик заднего хода;
- электромеханический датчик нейтрали КП;
- соединительные кабели.

Алгоритмы работы системы аналогичны вышеописанным системам. Конструктивные отличия данной системы заключаются в применении бесконтактных электронных датчиков угла поворота направляющих колес и размещении органов управления редуктором на рычаге переключения передач КП.

Следующим этапом в развитии систем управления агрегатами стало внедрение электронно-гидравлической системы управления навесным устройством (НУ) фирмы «Bosch» на тракторах «Беларус-1221/-1222/-1523/-2022/-2522/-2822/-3022» (120...300 л.с.). Общий вид составных элементов системы управления НУ фирмы «Bosch» дан на рис.4.

В состав системы «Bosch» входят:

- пульт управления;
- электронный блок;
- электрогидрорегулятор (может быть двух типов);
- два датчика усилия;

- датчик позиции;
- выносной пульт управления (кнопочные выключатели подъема и опускания);
- соединительные кабели.

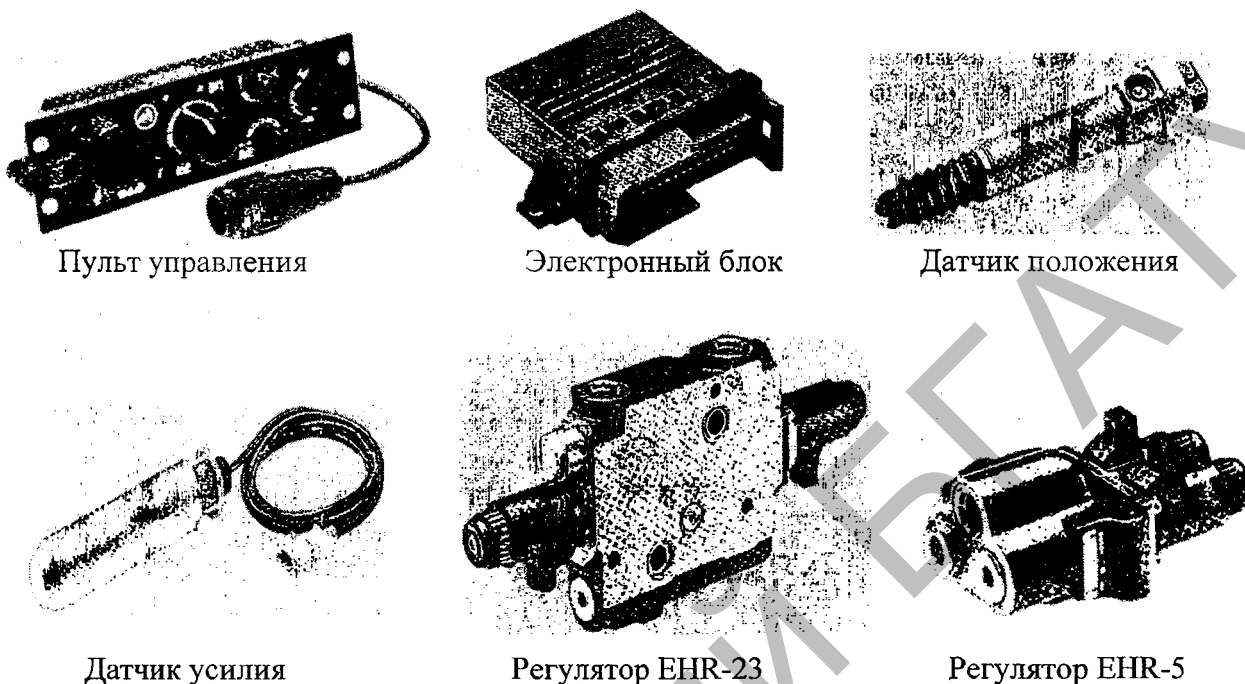


Рисунок 3. Общий вид компонентов системы управления НУ фирмы «Bosch»

Управление НУ при помощи пульта управления имеет режимы:

- обработки почвы: силовой, позиционный, смешанный;
- гашение продольных колебаний НУ при движении в транспортном режиме с навесным орудием;
- ограничение высоты подъема;
- регулирование скорости опускания.

В системе предусмотрена автоматическая индикация кодов неисправностей:

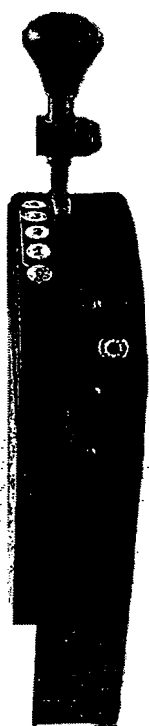
- обрыва цепи;
- короткого замыкания;
- неисправности элементов системы.

Следующий этап внедрения электронных систем управления был связан с разработкой гаммы трансмиссий с гидрорегулируемыми фрикционными муфтами, позволяющими организовать переключение передач под нагрузкой:

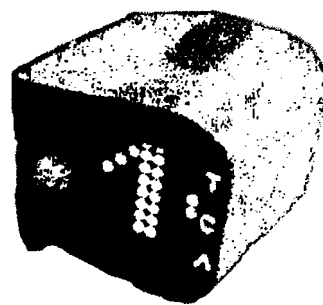
- трехступенчатого планетарного редуктора для тракторов мощностью 90...100 л.с.;
- шестиступенчатой КП для тракторов мощностью 250...300 л.с.;
- четырехступенчатой КП для тракторов мощностью 120...210 л.с.

Работы по созданию электронно-гидравлических систем указанными трансмиссиями проводились РУП «МТЗ» совместно с Институтом механики и надежности машин НАН Беларуси и РУП «Минский электромеханический завод». В результате выполненных работ были отработаны алгоритмы управления фрикционными КП с использованием в качестве исполнительных устройств пропорциональных электрогидрораспределителей и создан ряд опытных образцов систем управления. На РУП «Минский электромеханический завод» организовано производство гаммы пультов ПУ-3М, ПУ-3МГ, ПУ-3МП и системы СУ-РЗ для управления перечисленными выше трансмиссиями.

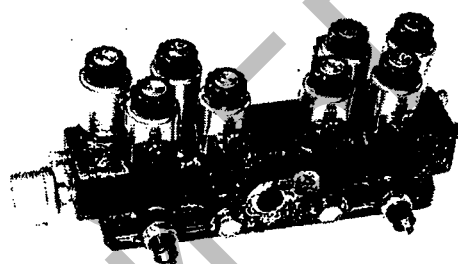
Общий вид компонентов электронно-гидравлической системы управления четырех- и шестиступенчатыми фрикционными трансмиссиями представлен на рис.4.



Пульт управления



Табло



Плита электрогидрораспределителей

Рисунок 4. Общий вид компонентов электронно-гидравлической системы управления трансмиссией

В состав системы входят:

- электронный пульт управления с механической фиксацией рукоятки переключения передач и сигнализацией давления в гидроцилиндрах фрикционных муфт;
- цифровое табло номера включенной передачи и режима работы (Л - легкий, С - средний, Т - тяжелый);
- четыре или шесть пропорциональных электрогидрораспределителей;
- один дискретный электрогидрораспределитель;
- шесть дискретных датчиков давления;
- электромеханический датчик выключенного состояния сцепления;
- электромеханический датчик нейтрали диапазонного редуктора;
- соединительные кабели.

Основные характеристики системы:

- возможность программирования степени перекрытия передач (от 0 до 0,75 с);
- включение двух передач в КП при переключении диапазонов в нейтральном положении рычага диапазонов и выжатом сцеплении (подтормаживание валов КП);
- автоматическая индикация неисправностей:
 - короткое замыкание в цепи электромагнитов;
 - обрыв цепи электромагнитов;
 - перенапряжение в бортовой электросети;
 - отсутствие срабатывания дискретных датчиков давления (контроль давления в гидравлических магистралях фрикционов передач);

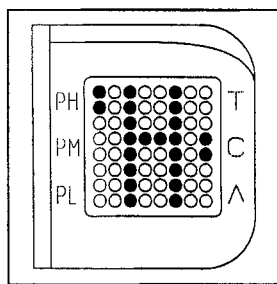
- контроль за включением двух и более датчиков давления (и, соответственно, передач) для определения зависаний золотников гидрораспределителей с выводом аварийной индикации и снятием управляющих сигналов с электромагнитов.

Пульты управления ПУ-3МГ и ПУ-3МП имеют канал связи для программной настройки законов управления переключением передач с помощью переносного персонального компьютера.

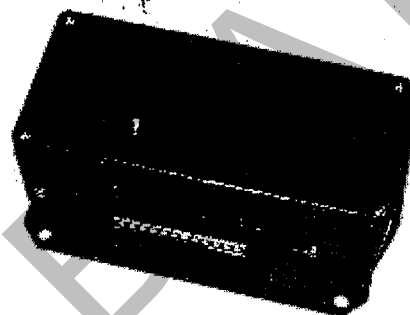
Электронная система управления трехступенчатым планетарным редуктором СУ-Р3 разработана для новых моделей тракторов «Беларус-925М/-1022/-1023» (80...100 л.с.). Общий вид компонентов системы СУ-Р3 приведен на рис.5.



Рукоятка



Табло индикации



Электронный блок

Рисунок 5. Общий вид компонентов электронной системы СУ-Р3

В состав системы входят:

- электронный блок;
- табло;
- рычаг переключения передач с рукояткой переключения ступеней;
- табло индикации;
- плита электрогидрораспределителей с тремя пропорциональными клапанами и тремя дискретными датчиками давления.

Основные характеристики системы СУ-Р3:

- индикация включенной ступени редуктора L, M, H и режима работы Л -легкий, С - средний, Т - тяжелый;
- автоматическая индикация возможных неисправностей системы;
- пропорциональное управление переключением ступеней редуктора под нагрузкой.

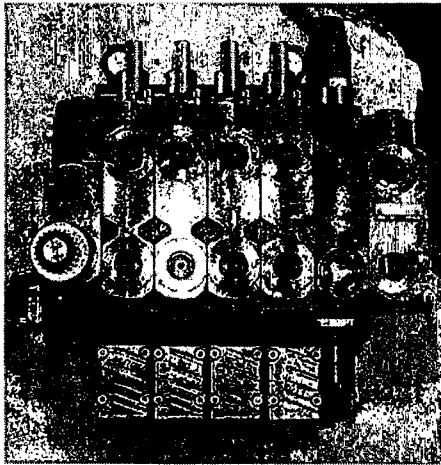
СУ-Р3 обеспечивает переключение трех ступеней редуктора с помощью двух кнопок («Вверх», «Вниз»), размещенных на рукоятке переключения передач, что удобно для оператора.

Одним из следующих направлений развития электронно-гидравлических систем на тракторах «Беларус» большой мощности является автоматизация управления внешними потребителями гидронавесной системы (ГНС) – гидрофицированными органами агрегатируемых с трактором сельхозорудий и сельхозмашин.

Первый опытный образец трактора «Беларус-3022.1» с такой системой был собран в начале 2007г. Выпуск таких тракторов РУП «МТЗ» начал с марта 2008 г. С конвейера завода сошли два первых трактора, прошедших весь цикл сборки. В состав опытного образца электронно-гидравлической системы управления внешними потребителями ГНС входят:

- четырехсекционный электрогидрораспределитель типа EHS фирмы «Bosch-Rexroth»;
- два джойстика управления фирмы «Bosch-Rexroth»;
- электронный блок программирования последовательности операций БПО ГНС;
- соединительные кабели.

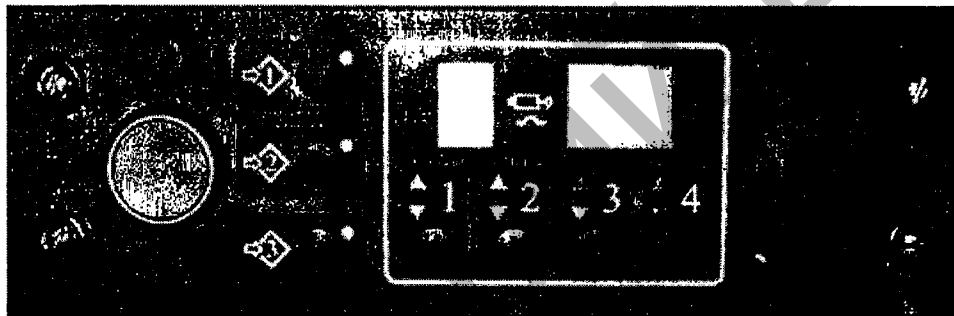
Общий вид компонентов электронно-гидравлической системы управления внешними потребителями ГНС дан на рис. 6.



4-х секционный электрогидрораспределитель EHS



Джойстики управления



Электронный блок программирования операций БПО ГНС

Рисунок 6. Общий вид компонентов электронно-гидравлической системы управления внешними потребителями ГНС

Система имеет ручной и автоматический режимы управления.

В режиме ручного управления оператор с помощью двух джойстиков напрямую управляет четырьмя секциями электрогидрораспределителя EHS – от каждого из джойстиков производится управление двумя секциями.

Запись требуемых программ по автоматическому управлению агрегатируемыми орудиями производится оператором в специальном режиме программирования, в котором блок БПО ГНС запоминает операции, выполняемые при ручном управлении. Предусмотрена запись до трех программ автоматического управления.

В режиме автоматического управления оператор с помощью кнопок выбора программ задает требуемую предварительно записанную программу автоматического воспроизведения выполняемых операций и режимов управления секциями. Такая система позволяет приводить агрегатируемое сельхозорудие в рабочее либо транспортное положение посредством нажатия на одну кнопку, что облегчает труд оператора.

Система обладает самодиагностикой неисправностей.

В настоящее время также выполнены работы по созданию комплексной электронной системы управления следующими агрегатами трактора:

- передним ВОМ;

- задним ВОМ;
- приводом ПВМ;
- блокировкой дифференциала заднего моста;
- двухступенчатым редуктором;
- четырех- или шестиступенчатой КП.

Комплексная электронная система также серийно устанавливается на трактор «Беларус-3022.1» (Рис 7).

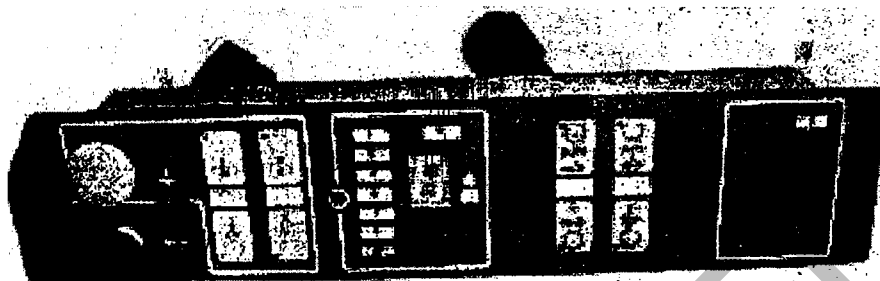


Рисунок 7. Комплексная электронная система управления

Дальнейшими приоритетными направлениями развития электронных систем управления тракторов «Беларус» являются:

- организация взаимодействия по шине CAN электронных систем управления трансмиссией и двигателем;
- создание комплекта интеллектуальных электронных модулей управления агрегатами трактора, органов управления, средств отображения информации и исполнительных устройств, взаимодействующих по шине CAN;
- создание комплекта распределенных органов управления и средств отображения информации для пультов управления улучшенного дизайна;
- создание диагностических систем выполняющих накопление базы данных контролируемых параметров и трансляции их по телефонному каналу GSM при помощи функции GPRS;
- создание комплекса электронных систем точного земледелия с возможностью вождения трактора в автоматическом режиме, при выполнении сельхоз операций.

УДК621.565.(07)

СИТУАЦИОННЫЙ ТРЕНИНГ РЕМОНТНИКА ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сапожников Ф.Д., Колончук М.В., Коновалов С.П., Колончук В.М. (БГАТУ)

Рассматриваются вопросы инновационной технологии подготовки специалистов по эксплуатации молокоохладительных установок молочно-товарных ферм.

Введение

Агропромышленный комплекс страны располагает большим разнообразием высокотехнологичных молокоохладительных установок на молочно-товарных фермах. Для поддержания работоспособности холодильного оборудования его постоянно проверяют и в полном объеме проводят все операции технического обслуживания. Изменения акцентов в изучении передовых технологий и технологических средств диагностики холодильных установок влечет