

Вся система интегрируется в существующую компоновку трамвая АКСМ-62103 без изменения базовых конструктивных элементов. Принятая архитектура пескопровода и крепежных узлов обеспечивает надежную эксплуатацию как на прямых, так и на изогнутых участках трамвайных путей, при этом минимизируются вибрационные и температурные воздействия на магистраль подачи.

Предложенное техническое решение может быть рекомендовано для внедрения при модернизации подвижного состава и в новых проектах трамвайных вагонов. Его простота, адаптивность и надёжность обеспечивают высокую эксплуатационную эффективность без необходимости применения дорогостоящих компонентов или сложного оборудования.

УДК 629.3.064

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ШИНАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

DEVELOPMENT OF AN AIR PRESSURE CONTROL SYSTEM IN AGRICULTURAL TRACTOR TIRES

Брузго М. И., студ, **Жданович Ч. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Bruzgo, Student, Ch. Zhdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Проработана конструкция интегрированной и опционально устанавливаемой систем централизованной подкачки шин трактора «Беларус». Подобраны основные компоненты системы.

The design of the integrated and optionally installed centralized tire pumping systems of the Belarus tractor has been worked out. The main components of the system have been selected.

Ключевые слова: трактор, шины, давление, автоматическое регулирование, централизованная система подкачки шин

Keywords: tractor, tires, pressure, automatic regulation, centralized tire pumping system

ВВЕДЕНИЕ

Ведущие производители сельскохозяйственных тракторов, такие как John Deere (США), Fendt (ФРГ), CLASS (ФРГ), CASE (США) и др., оснащают их системами автоматического регулирования давления воздуха в шинах. Причем используют как полностью интегрированные, так и опционально устанавливаемые системы [1]. Регулирование давления воздуха в шинах позволяет уменьшить переуплотнение почвы, повысить тягово-сцепные свойства тракторов, снизить расход топлива без уменьшения долговечности шин.

Цель работы – проработать варианты системы автоматического регулирования давления воздуха в шинах сельскохозяйственного трактора семейства «Беларус».

КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Централизованная система регулирования давления в шинах (ЦСРДШ) предназначена для автоматического изменения и поддержания давления в шинах трактора в ходе его движения в зависимости от условий работы и требований оператора. Предлагаемая ЦСРДШ для трактора «Беларус» состоит из следующих основных узлов (рис. 1): компрессора; регулятора давления; ресиверов; клапана приоритета; электромагнитного клапан; ротационных соединений; клапанов-соленоидов; вентилей шинных, монтируемых на каждое колесо; фитингов; переходников; пневматических и электрических магистралей; панели управления; контроллера; источника питания; датчиков.

ОБЩАЯ СХЕМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Штатный компрессор трактора подает воздух через регулятор давления в ресиверы тормозной системы. Через приоритетный клапан к сети подключаются ресиверы ЦСРДШ, объем которых выбирается из расчета обеспечивать быстрый выход на нужное давление в шинах (2–4 ресивера суммарным объемом 40–60 л).

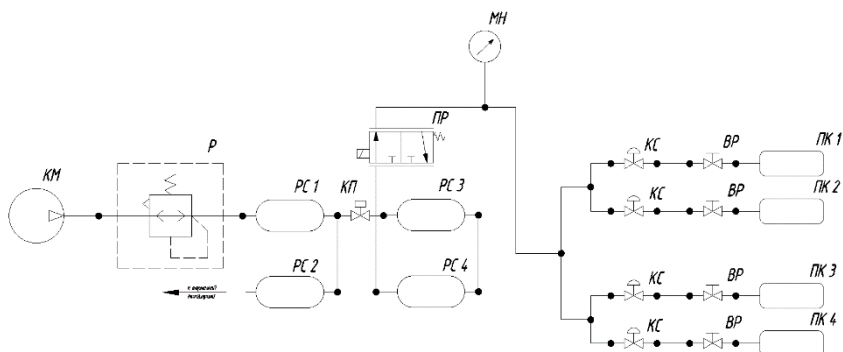


Рисунок 1 - Схема централизованной подкачки шин:

КМ – компрессор; Р – регулятор давления; РС1, РС2, РС3, РС4 – ресиверы;
КП – клапан приоритета; ПР – электромагнитный клапан; МН – манометр;
КС – клапаны-соленоиды (блоки управления давлением в шинах); ВР – вентили
шинные; ПК1, ПК2 – шины передних колес; ПК3, ПК4 – шины задних колес

От ресивера воздух поступает к электромагнитному клапану, который управляется контроллером. Контроллер хранит алгоритмы накачки и стравливания, ограничения по давлению, допустимые режимы движения по различным типам покрытия, а также может включать предустановленные режимы: экономичный; транспортный; полевой; болотистый/рыхлый грунт; режим защиты шины.

Панель управления или терминал трактора отображает реальное давление и температуру в каждой шине, состояние системы, команды на подкачку/стравливание.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ

Перспективные ЦСРДШ тракторов «Беларус» могут быть выполнены в двух вариантах.

1. Внешняя система (опциональная установка).

Внешние системы применяются на большинстве тракторов, не имеющих внутренних каналов в ступицах. Подвод воздуха осуществляется по шлангам, которые проходят снаружи колеса.

Система включает: стандартные ротационные соединения типа «ротор–статор»; П-образные кронштейны для их установки на болтах крепления диска; соленоидные клапаны подачи/отсечки воздуха; ручные аварийные запорные краны; шланги к внешнему вентилю колеса.

Этот вариант конструктивно прост, может устанавливаться на тракторы без доработки ступичных узлов, но имеет недостатки: повышенная уязвимость шлангов, риск их повреждения, дополнительные требования к защите при движении по стерне или кустарнику.

2. Интегрированная система (заводская). Во внутренней интегрированной системе ротационные соединения устанавливаются внутри ступицы, шланги и каналы полностью защищены конструкцией трактора.

Конструкция включает: ротор с центральным отверстием под полуюсь; внутренний статор, закрепляемый на крышке конечной передачи или на поворотном кулаке; уплотнения высокого ресурса; скрытые воздушные каналы внутри ступичного узла; внутренний контур подачи воздуха к вентиллю колеса.

Преимущества: отсутствие внешних шлангов; высокая надежность при работе на стерне, по кустарнику, в каменистых условиях; возможность быстрого изменения давления при движении.

Интегрированные решения целесообразны на тракторах мощностью 200–500 л.с., где эксплуатационные требования выше.

В ЦСРДШ используются три типа клапанов:

1. Главный электромагнитный клапан распределения. Управляет выбором направления: подкачка или стравливание.

2. Индивидуальные колесные электромагнитные клапаны. Осуществляют дистанционный запор воздуха каждого колеса. Количество – четыре.

3. Ручные аварийные шаровые краны. Используются при повреждении шланга или неисправности системы.

В качестве датчиков давления и температуры используются беспроводные датчики, устанавливаемые внутри шины (Trelleborg [2] – срок службы 6–8 лет; CommeAuto [3]. – ресурс 6–7 лет). Считывание параметров происходит каждые 5 секунд, данные передаются контроллеру и далее на панель управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа существующих мировых и отечественных конструкций централизованных систем регулирования давления в шинах разработаны два варианта ЦСРДШ для трактора «Беларус»: внешняя (опциональная); интегрированная (внутреннего исполнения). Оба решения включают современные элементы: электронный

контроллер, интеллектуальные датчики, ротационные соединения, индивидуальные колесные клапаны, приоритетный клапан и панель управления. Предложенные варианты обеспечивают: регулирование давления в реальном времени; снижение буксования и удельного давления на грунт; уменьшение расхода топлива; улучшение тяговых характеристик; повышение ресурса шин.

Система позволяет оператору управлять давлением в шинах без выхода из кабины и оптимизировать параметры движения под текущие условия, что соответствует современным требованиям к высокоэффективным машинно-тракторным агрегатам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойков, В. П. Анализ систем автоматического регулирования давления в шинах сельскохозяйственной техники / В. П. Бойков, Ч. И. Жданович, А. А. Дзёма // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет ; редкол.: Д. В. Капский, А. С. Поварехо (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2024. – Т. 1. – С. 280–287.

2. Master o predictive maintenance. Trelleborg TPMS. – URL: <https://www.trelleborg-tires.com/-/media/tires-tit/construction-tires-and-tracks-images-and-brochure/trelleborg-tpms.pdf?rev> (дата добращения: 14.03.2025).

3. Che cosa cambia con I sensori di pressione dei pneumatici. – URL: <https://www.gomme-auto.it/blog/che-cosa-cambia-con-sensori-di-pressione-dei-pneumatici> (дата добращения: 14.03.2025).

Представлено 16.05.2025