

**Заслуженный конструктор Российской Федерации
Генеральный конструктор
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ
Кандидат технических наук
С.Г. Чуев**

**Первый зам. генерального конструктора
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ
С.А. Популовский**

**Зам. генерального конструктора
по новым тормозным системам
ОАО МТЗ ТРАНСМАШ
П.М. Тагиев**

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННЫМИ ТОРМОЗАМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г «ЛАСТОЧКА» ПРОИЗВОДСТВА ОАО МТЗ ТРАНСМАШ

Система управления фрикционными тормозами для моторвагонного подвижного состава в СССР и современной России традиционно заимствовалась у пассажирских вагонов с локомотивной тягой, т.е. состояла из крана машиниста 395, воздухораспределителя 292(242) и электровоздухораспределителя 305. Однако, применение такого оборудования на современном скоростном подвижном составе в сегодняшних условиях стало невозможным из-за возросших технических требований к функциональным и диагностическим возможностям, а также безопасности и надежности в целом.

В начале 2015г компания ООО «Уральские локомотивы», в рамках локализации производства электропоезда ЭС2Г «Ласточка», предложило нашему предприятию разработать первую в России систему управления тормозами предназначенную для электропоезда и уже в конце того же года она была не только создана и испытана, но и принята в рамках приемочной комиссии ОАО «РЖД».

Структура поезда ЭС2Г «Ласточка» представлена на рис.1 Максимальная составность электропоезда 5 вагонов. Допускается объединение электропоездов по схеме 5+5.



Рис.1 Структура поезда ЭС2Г «Ласточка»

Система управления тормозами реализует следующие функции:

- ✓ управление давлением воздуха в тормозной магистрали;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение;
- ✓ автоматическое электропневматическое торможение («петля безопасности») по командам микропроцессорной системы управления и диагностики МПСУиД;
- ✓ электропневматическое торможение по командам МПСУиД;
- ✓ авторежимное регулирование при электропневматическом, по командам МПСУиД и автоматическом, торможениях;
- ✓ стояночный тормоз с дистанционным, по командам МПСУиД и ручным, управлениями;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью «холодный резерв»;
- ✓ экстренное автостопное торможение по команде безопасности БЛОК;
- ✓ противоюзную защиту;
- ✓ передачу расширенной диагностической информации в МПСУиД.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали выполняет кран машиниста 345 рис. 2.

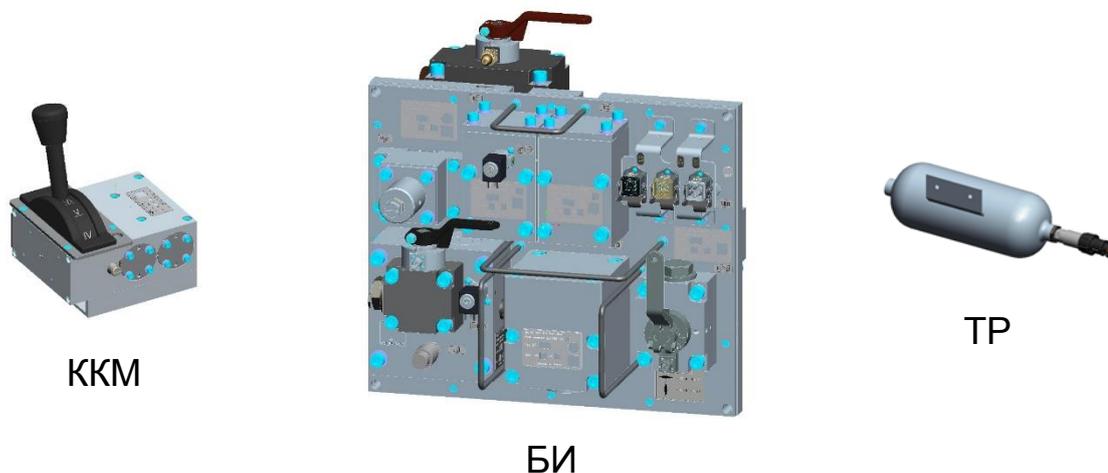


Рис.2 Кран машиниста 345

ККМ – контроллер крана машиниста; БИ – блок исполнительный;
ТР - технологический резервуар

Кран машиниста 345 является дистанционным пневматическим с управлением величины разрядки тормозной магистрали по времени.

Кран машиниста реализует следующие функции:

- ✓ управление давлением воздуха в тормозной магистрали посредством котроллера крана машиниста ККМ;
- ✓ экстренное торможение по командам МПСУиД;
- ✓ блокировка тормозов;
- ✓ передача в МПСУиД информации о применении экстренного торможения;
- ✓ передача диагностической информации в МПСУиД.

Контроллер крана машиниста ККМ имеет четыре фиксированных положения по аналогии с традиционными кранами машиниста:

- II поездное;
- IV перекрыша с питанием;
- V служебное торможение;
- VI экстренное торможение.

На рис.3 представлена функциональная схема крана машиниста 354.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали ТМ посредством контроллера крана машиниста ККМ выполняют:

- ✓ редуктор Ред, поддерживающий зарядное давление $0,5 \pm 0,01$ МПа в технологическом резервуаре ТР, а следовательно и в тормозной магистрали ТМ;
- ✓ реле давления РД, которое осуществляет наполнение и выпуск давления воздуха из тормозной магистрали в зависимости от давления в его управляющей полости и технологическом резервуаре ТР;
- ✓ клапан срывной КС1, обеспечивающий при VI положении ручки контроллера крана машиниста ККМ разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом при VI положении ручки контроллера крана машиниста ККМ;
- ✓ клапан возбuditельный КВ1, обеспечивающий выпуск воздуха из управляющей полости клапана срывного КС1 при VI положении ручки контроллера крана машиниста ККМ;
- ✓ клапан возбuditельный КВ2, обеспечивающий выпуск воздуха из управляющей полости реле давления РД и технологического резервуара ТР при VI положении ручки контроллера крана машиниста ККМ.

Функцию экстренного торможения по командам МПСУиД выполняет клапан срывной КС2, обеспечивающий разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом по командам МПСУиД.

Функцию блокировки тормозов выполняют:

- ✓ блокировка тормозов БТ, обеспечивающая сообщение питательной магистрали ПМ с редуктором Ред и реле давления РД с тормозной магистралью ТМ;

- ✓ электропневматический вентиль ЭПВН, обеспечивающий дистанционное управление блокировкой тормозов БТ при подаче на него напряжения и активацию крана машиниста в целом. В случае нештатных ситуаций включить блокировку тормозов БТ и активировать кран машиниста, возможно посредством трехходового крана КрРШ.

Функция передачи в МПСУиД информации о применении экстренного торможения выполняется посредством двух микропереключателей, установленных в контроллере крана машиниста ККМ.

Функцию передачи диагностической информации в МПСУиД выполняют:

- ✓ датчик давления ДД1, передающий значение давления в технологическом резервуаре ТР;
- ✓ датчик давления ДД2, передающий значение давления в управляющем контуре блокировки тормозов БТ;
- ✓ трехходовой кран КрРШ и другая запорная арматура (на схеме не показана) передающие показания о состоянии о положениях ручек.

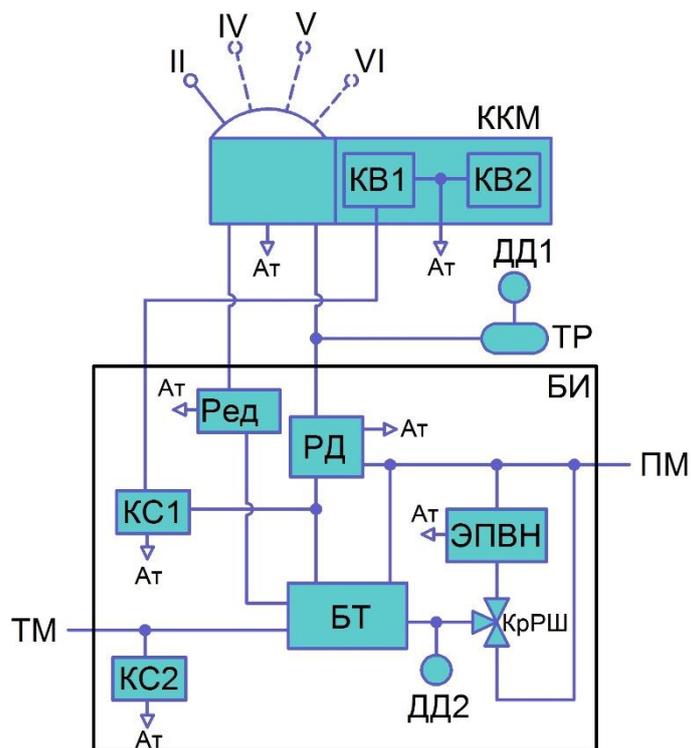


Рис.3 Функциональная схема крана машиниста 345

ККМ – контроллер крана машиниста; БИ- блок исполнительный; КС1, КС2 – клапаны срывные; Ред – редуктор; РД – реле давления; БТ – блокировка тормозов; КВ1, КВ2 – клапаны возбуждающие; ДД1, ДД2 – датчики давления; ТР – технологический резервуар; ЭПВН – электропневматический вентиль; КрРШ – кран трехходовой; ПМ – питательная магистраль; ТМ – тормозная магистраль; Ат - атмосфера

Блок тормозного оборудования 420 рис.4 является основным элементом системы управления тормозами электропоезда ЭС2Г и выполняет следующие функции:

- ✓ автоматическое пневматическое торможение;
- ✓ электропневматическое торможение;
- ✓ автоматическое электропневматическое торможение («петля безопасности»);
- ✓ авторежимное регулирование при автоматическом и электропневматическом торможениях;
- ✓ стояночный тормоз с дистанционным и ручным управлениями;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью («холодный резерв»);
- ✓ зарядка резервуаров и формирование рабочего давления для системы пневмоподвешивания;

- ✓ передача расширенной диагностической информации в МПСУиД.

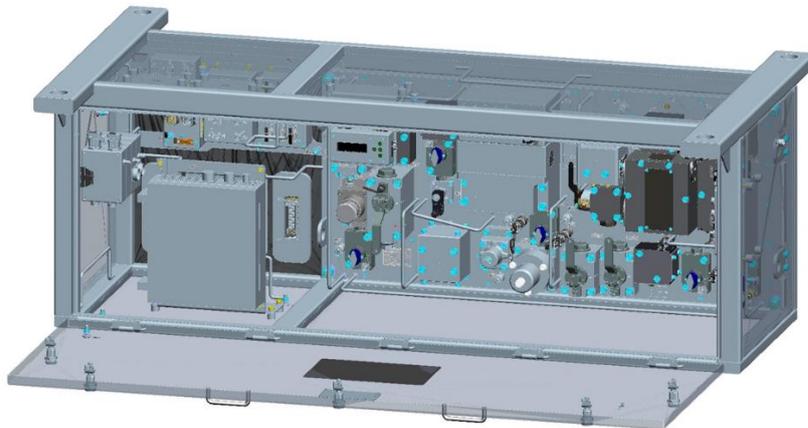


Рис.4 Блок тормозного оборудования 420

На рис 5. представлена функциональная схема блока тормозного оборудования 420

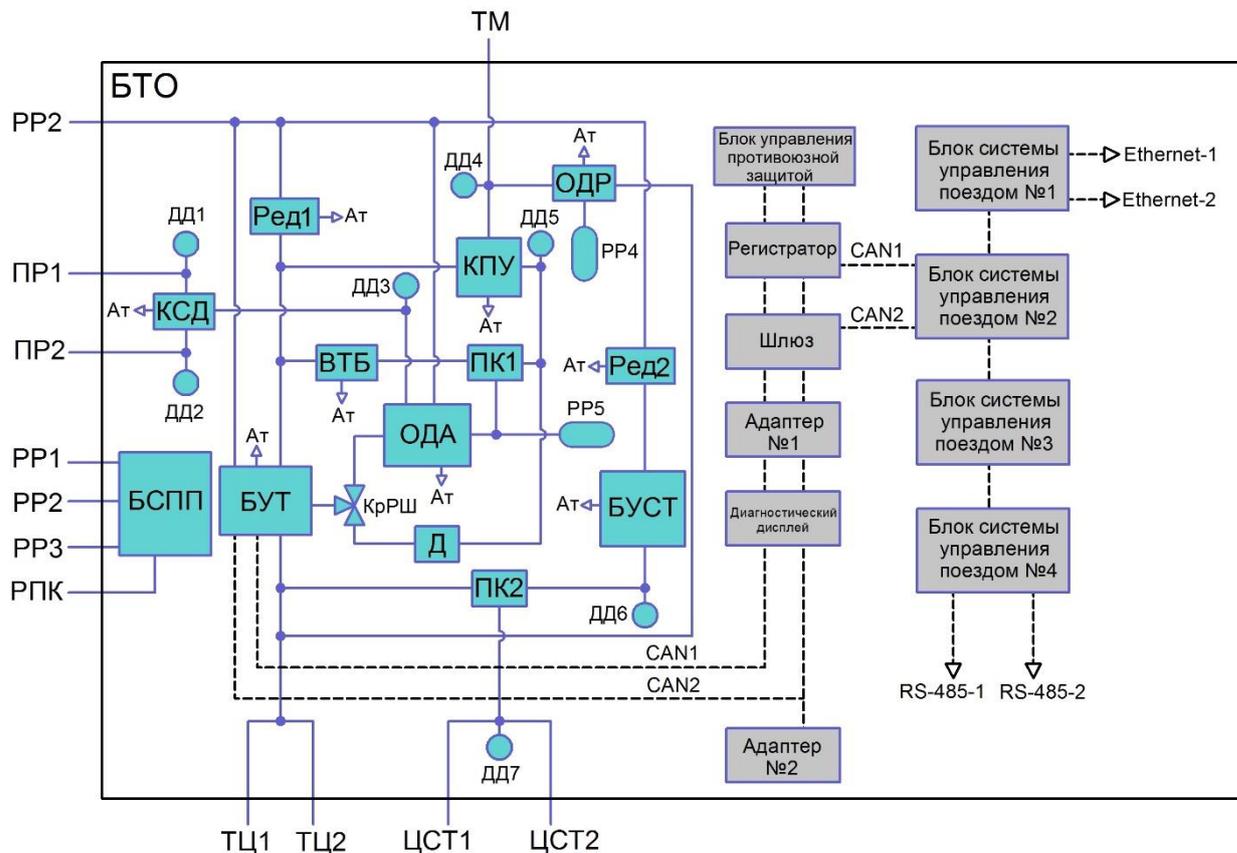


Рис.5 Функциональная схема блока тормозного оборудования 420

PP1...PP4 – резервуары; ПР1, ПР2 пневморессоры тележек; РПК - регулятор положения кузова; БСПП – блок системы пневмоподвешивания; КСД – клапан среднего давления; Ред1, Ред2 – редукторы; БУТ – блок управления тормозом; ВТБ – вентиль тормоза безопасности; КрРШ – кран трехходовой; ОДА – ограничитель давления автоматического тормоза; Д – делитель давления; ПК1, ПК2 – переключательные клапаны; КПУ – клапан пропорционального управления; ОДР – орган дополнительной разрядки; БУСТ – блок управления стояночным тормозом; ДД1...ДД7 – датчики давления; ТМ – тормозная магистраль; ТЦ1, ТЦ2 - тормозные цилиндры; ЦСТ1, ЦСТ2 – цилиндры стояночного тормоза; Ат - атмосфера

Функцию автоматического пневматического тормоза выполняет клапан пропорционального управления КПУ, который в зависимости от давления в тормозной магистрали обеспечивает определенное управляющее давление подаваемое через переключательный клапан ПК1 в ограничитель давления автоматического тормоза ОДА и далее в БУТ для непосредственного наполнения тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек. Быстродействие наполнения тормозных цилиндров по всей длине электропоезда при ступени торможения обеспечивает орган дополнительной разрядки ОДР.

Функцию электропневматического торможения выполняет блок управления тормозом БУТ, который получает команды от МПСуд и обеспечивает, посредством электропневматических вентилях, наполнение тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

Функцию автоматического электропневматического торможения («петля безопасности») по командам МПСУид выполняет вентиль тормоза безопасности ВТБ, который в штатном режиме работы электропоезда находится под напряжением, чем обеспечивает полный отпуск тормозов. При снятии напряжения с вентиля тормоза безопасности ВТБ происходит наполнение тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

Функцию авторежимного регулирования при автоматическом пневматическом тормозе выполняет ограничитель давления автоматического тормоза ОДА, получающий управляющий сигнал по загрузке вагона от клапана среднего давления КСД. Авторежимное регулирование при электропневматическом торможении выполняет блок управления тормозов БУТ, получающий сигнал от МПСУид. В случае выхода из строя пневморессор тележек ПР1 и ПР2,

ограничитель давления автоматического тормоза ОДА обеспечивает в тормозных цилиндрах ТЦ1 и ТЦ2 давление порожнего режима.

Функцию стояночного тормоза с дистанционным и ручным управлениями обеспечивает блок управления стояночным тормозом БУСТ, а также переключательный клапан ПК2, причем последний выполняет предохранительную функцию недопущения выхода из строя цилиндров стояночного тормоза ЦСТ1 и ЦСТ2 при одновременном поступлении воздуха от блока управления тормозом БУТ и блока управления стояночным тормозом БУСТ.

Функцию автоматического пневматического торможения с пониженной эффективностью, «холодный резерв», выполняет делитель давления Д и кран трехходовой КрРШ, который необходимо установить из положения «штатное» в «холодный резерв».

Функцию зарядки питательных резервуаров РР2 и РР3, а также формирование рабочего давления для системы пневмоподвешивания выполняет блок системы пневмоподвешивания БСПП, причем непосредственное управление давлением в пневморессорах выполняет регулятор положения кузова 003ММ рис.6.



Рис.6 Регулятор положения кузова 003ММ

Функцию поосной противоюзной защиты выполняет система БАРС-6М, блок управления которой расположен в блоке тормозного оборудования 420, осевые датчики скорости на буксах, а сбрасывающие клапаны 182-21 на раме вагона.

Функцию передачи расширенной диагностической информации в МПСУиД выполняют, по CAN интерфейсу, шлюз и регистратор параметров системы управления тормозами, диагностику обеспечивают датчики давления ДД1...ДД7, разобщительные краны с трехпозиционным контролем положения ручек, и пневматические контрольные точки (данное оборудование на схеме не показано), а

также адаптеры. Помимо перечисленных диагностических средств, впервые на подвижном составе применен диагностический дисплей рис.7 позволяющий вести мониторинг всех CAN сетей, а также датчиков давления ДД1...ДД7 и всех разобщительных кранов.



Рис.7 Диагностический дисплей

Дополнительно, к оборудованию системы управления электропоездом, разработаны: блок пневматического оборудования 425 рис.8, индикатор тормозной 421 рис.9, а также блоки для вспомогательных пневматических контуров 419 рис.10 и 422 рис.11.

Блок пневматического оборудования 425 реализует следующие функции:

- ✓ раздельное включение (отключение) компрессоров;
- ✓ деление питательной магистрали ПМ электропоезда на две части;
- ✓ сообщение тормозной магистрали ТМ с питательной магистралью ПМ через обратный клапан при следовании электропоезда «холодным резервом».

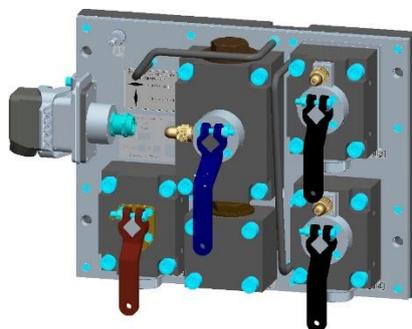


Рис.8 Блок пневматического оборудования 425

Индикатор тормозной 421 реализует следующие функции:

- ✓ контроль текущего состояния фрикционного дискового тормоза в тормозных цилиндрах;
- ✓ контроль текущего состояния фрикционного дискового тормоза в цилиндрах стояночного тормоза.

Определение состояния тормоза осуществляется при помощи цветowych сигналов в двух окнах индикации на фронтальной поверхности устройства.



Рис.9 Индикатор тормозной 421

Блок пневматического оборудования 419 реализует следующие функции:

- ✓ дистанционное управление давлением воздуха, подводимого к тифону;
- ✓ дистанционное управление давлением воздуха, подводимого к свистку;
- ✓ резервное дублирование пневматического сигнала тифона и свистка от педали.



Рис.10 Блок пневматического оборудования 419

Блок пневматического оборудования 422 реализует следующие функции:

- ✓ дистанционное управление давлением воздуха к форсунке песочницы передней тележки моторного вагона электропоезда;
- ✓ дистанционное управление давлением воздуха к форсунке песочницы задней тележки моторного вагона электропоезда;
- ✓ подача воздуха к системе осушки песка;
- ✓ подача воздуха к сиденьям локомотивной бригады и стеклоочистителям

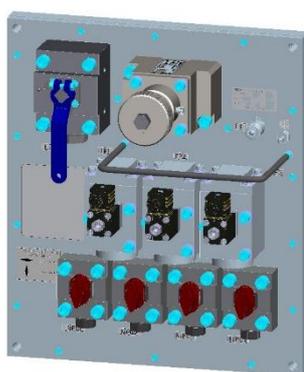


Рис.11 Блок пневматического оборудования 422

Блок пневматического оборудования 422 предназначен для дистанционного управления давлениями сжатого воздуха, подходящими к:

- системе осушки песка, находящегося в бункере;
- подачи, через разобцительные краны, сжатого воздуха к сидениям машиниста и помощника машиниста, стеклоочистителям.

В заключении хотелось бы отметить следующие преимущества первой в России системы управления фрикционными тормозами по сравнению с европейскими аналогами:

- полная замена европейской системы управления тормозами на отечественную;
- возможность работы тормозной системы с российской системой управления верхнего уровня МПСУиД;
- реализована климатическая адаптация работоспособности тормозной системы для российских условий (европейский аналог -45°C , отечественная система -50°C);
- функцию автоматического пневматического тормоза выполняет малогабаритный клапан пропорционального управления, у которого вместо рабочей камеры применен пружинный комплект, что позволяет сократить время подготовки тормозов к действию и гарантированно обеспечить неистоцимость тормоза;
- наличие диагностического дисплея в каждом блоке тормозного оборудования 420 позволяет резко повысить коэффициент готовности электропоезда;
- производство системы управления тормозами локализовано в России на 86%;
- стоимость комплекта тормозной системы ниже европейского аналога.