



ФРИКЦИОННЫЕ ТОРМОЗА ДЛЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г «ЛАСТОЧКА»

Специалистами ОАО МТЗ ТРАНСМАШ создана система управления, обладающая высокими функциональными и диагностическими возможностями



Канд. техн. наук **С.Г. ЧУЕВ**,
генеральный конструктор ОАО МТЗ ТРАНСМАШ,
заслуженный конструктор Российской Федерации,
инженеры **С.А. ПОПУЛОВСКИЙ**,
первый заместитель генерального конструктора,
П.М. ТАГИЕВ,
заместитель генерального конструктора
по новым тормозным системам,
И.Г. ЮРЧЕНКО,
главный специалист отдела перспективного моторвагонного
подвижного состава Департамента технической политики ОАО «РЖД»

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 не стало соответствовать возросшим техническим требованиям к функциональным и диагностическим возможностям, а также к обеспечению безопасности и надежности.

В начале 2015 г. компания ООО «Уральские локомотивы» (Свердловская обл., г. Верхняя Пышма) в рамках локализации производства электропоезда ЭС2Г «Ласточка» предложило ОАО МТЗ ТРАНСМАШ (г. Москва) разработать первую в России систему управления тормозами, предназначенную для этого под-

вижного состава. 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, содержащего при его максимальной составности пять вагонов, представлена на рис. 1. При этом допускается объединение электропоездов по схеме 5+5.

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 системы МПСУиД;

- ✓ авторежимное регулирование при электропневматическом торможении по командам системы МПСУиД, а также при автоматическом;
- ✓ стояночный тормоз с дистанционным управлением по командам системы МПСУиД, а также ручным;
- ✓ автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью «холодный резерв»;
- ✓ экстренное автостопное торможение по команде устройства безопасности БЛОК;
- ✓ противоюзную защиту;
- ✓ передачу расширенной диагностической информации в систему МПСУиД.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали выполняет кран ма-



Рис. 1. Структура поезда ЭС2Г «Ласточка»

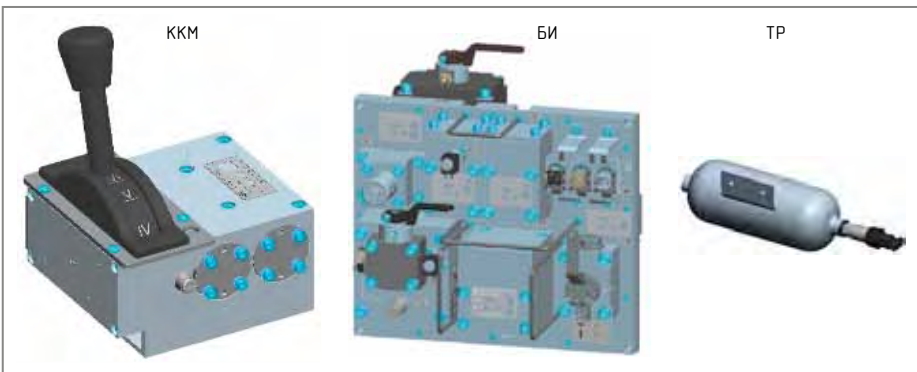


Рис. 2. Кран машиниста № 345:

ККМ — контроллер крана машиниста; БИ — исполнительный блок; ТР — технологический резервуар

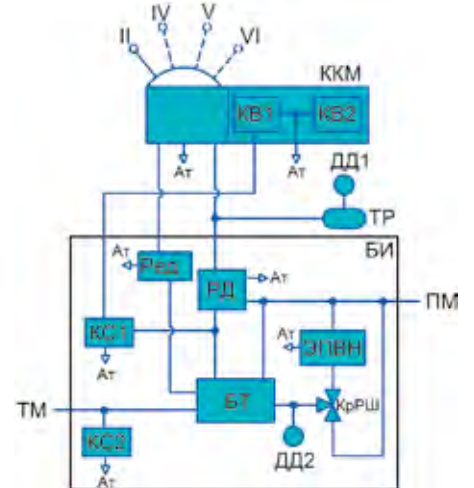


Рис. 3. Функциональная схема крана машиниста № 345:

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

шиниста № 345 (рис. 2). Этот прибор является дистанционным пневматическим с управлением величины разрядки тормозной магистрали по времени. Кран машиниста № 345 реализует следующие функции:

- управление давлением воздуха в тормозной магистрали посредством котроллера крана машиниста ККМ;
- экстренное торможение по командам системы МПСУИД;
- блокировка тормозов;
- передача в систему МПСУИД

информации о применении экстренного торможения;

- передача диагностической информации в МПСУИД.

Котроллер крана машиниста ККМ имеет по аналогии с традиционными приборами этого назначения четыре фиксированных положения:

- ⇒ 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 котроллера 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;

■ срывной клапан КС1, обеспечивающий при положении VI ручки котроллера крана машиниста ККМ разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом;

■ возбудительный клапан КВ1, срабатывающий на выпуск воздуха из управляющей полости срывного клапана КС1 при положении VI ручки котроллера крана машиниста ККМ;

■ возбудительный клапан КВ2, обеспечивающий выпуск воздуха из управляющей полости реле давления РД и технологического резервуара ТР при положении VI ручки котроллера крана машиниста ККМ.

Функцию экстренного торможения по командам МПСУИД реализует срывной клапан КС2, осуществляющий разрядку тормозной магистрали ТМ экстренным темпом.

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, который осуществляет дистанционное управление блокировкой тормозов БТ



Рис. 4. Блок тормозного оборудования № 420

при подаче на него напряжения и активацию крана машиниста в целом. В случае нештатных ситуаций включить блокировку тормозов БТ и активировать кран машиниста можно посредством трехходового крана КрРШ.

Функция передачи в систему МПСУИД информации о применении экстренного торможения выполняется посредством двух микропереключателей, установленных в котроллере крана машиниста ККМ. Диагностическую информацию в систему МПСУИД передают:

- ❖ датчик давления ДД1 — величину давления в технологическом резервуаре ТР;
- ❖ датчик давления ДД2 — значение давления в управляющем контуре блокировки тормозов БТ;
- ❖ трехходовой кран КрРШ и другая запорная арматура (на схеме не показана) — о положениях ручек.

Блок тормозного оборудования № 420 (рис. 4) — основной элемент системы управ-

ления тормозами электропоезда ЭС2Г. Блок выполняет следующие функции:

- автоматическое пневматическое торможение;
- электропневматическое торможение;
- автоматическое электропневматическое торможение («петля безопасности»);
- авторежимное регулирование при автоматическом и электропневматическом торможении;
- 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 систему МПСУИД.

На рис. 5 представлена функциональная схема блока тормозного оборудования № 420. Функцию автоматического пневматического тормоза выполняет клапан пропорционального управления КПУ. Этот клапан в зависимости от давления в тормозной магистрали, в свою очередь, выдает определенное управляющее давление, подаваемое через переключаательный клапан ПК1, в ограничитель давления автоматического тормоза ОДА и далее — в блок БУТ для непосредственного наполнения тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

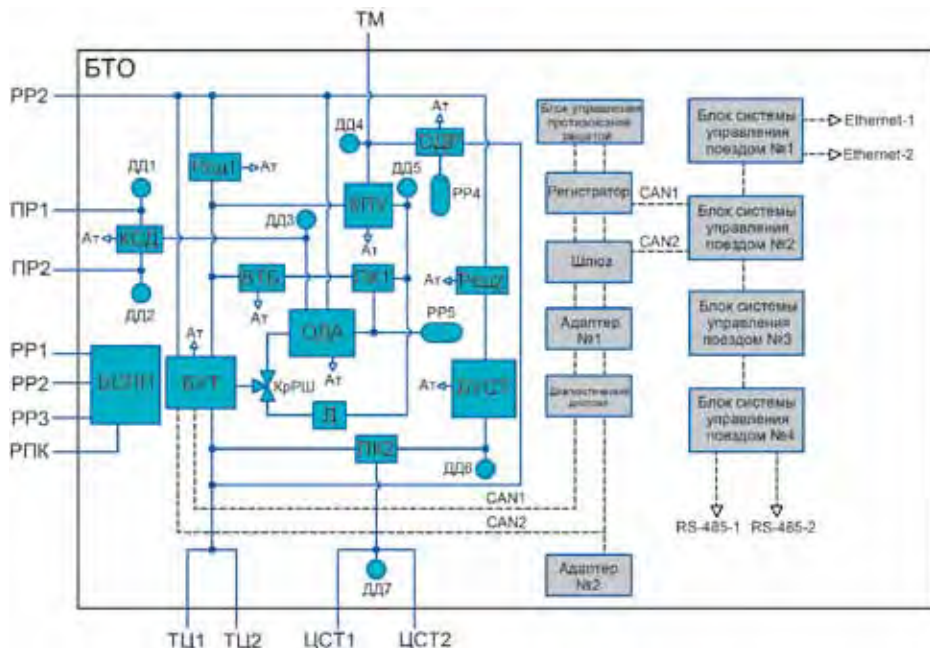


Рис. 5. Функциональная схема блока тормозного оборудования № 420:

PP1 — PP4 — резервуары; PP1, PP2 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 — переключаательные 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

**Рис. 6. Регулятор положения кузова 003MM****Рис. 7. Диагностический дисплей****Рис. 8. Блок пневматического оборудования № 425****Рис. 9. Тормозной индикатор № 421**

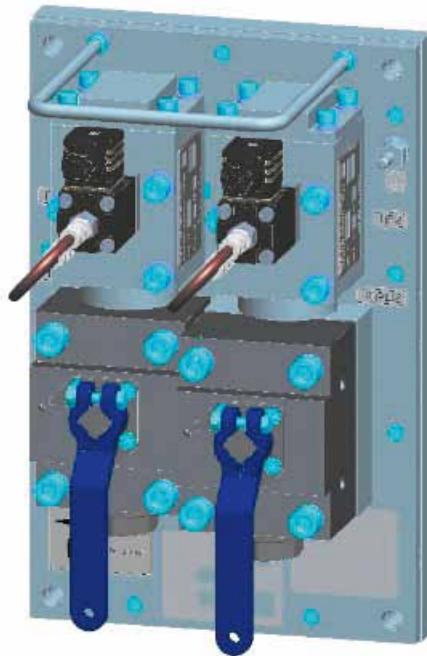
Быстродействие наполнения тормозных цилиндров по всей длине электропоезда при ступени торможения обеспечивает орган дополнительной разрядки ОДР.

Функцию электропневматического торможения реализует блок управления тормозом БУТ, который получает команды от микропроцессорной системы МПСУиД и обеспечивает посредством электропневматических клапанов наполнение тормозных цилиндров ТЦ1 и ТЦ2 первой и второй тележек.

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

Функция авторежимного регулирования при автоматическом пневматическом тормозе возложена на ограничитель давления автоматического тормоза ОДА, который получает управляющий сигнал по загрузке вагона от клапана среднего давления КСД. Авторежимное регулирование при электропневматическом торможении осуществляет блок управления тормозом БУТ, получающий сигнал от МПСУиД. В случае выхода из строя пневморессор тележек ПР1 и ПР2 ограничитель давления автоматического тормоза ОДА поддерживает в тормозных цилиндрах ТЦ1 и ТЦ2 давление порожнего режима.

Функцию стояночного тормоза с дистанционным и ручным управлениями обе-

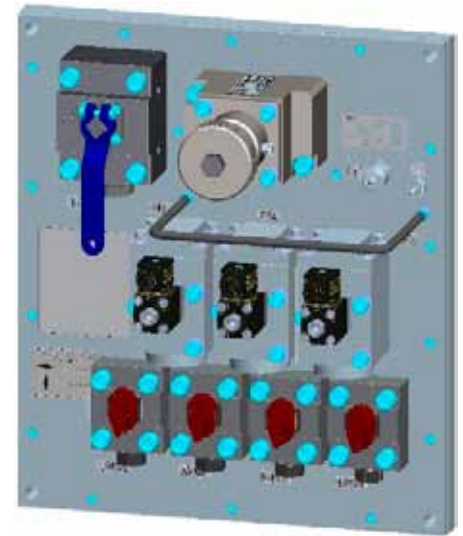
**Рис. 10. Блок пневматического оборудования № 419**

спечивают блок управления стояночным тормозом БУСТ, а также переключательный клапан ПК2, причем последний реализует 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») выполняют делитель давления Д и трехходовой кран КрРШ, который необходимо установить из положения «штатное» в «холодный резерв».

Функции зарядки питательных резервуаров РР2 и РР3, а также формирования рабочего давления для системы пневмоподвешивания осуществляет блок системы пневмоподвешивания БСПП, причем непосредственное управление давлением в пневморессорах выполняет регулятор положения кузова 003MM (рис. 6).

Функция поосной противоюзной защиты возложена на систему БАРС-6М, блок управления которой расположен в блоке тормозного оборудования №420, осевые датчики

**Рис. 11. Блок пневматического оборудования № 422**

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 ЭС2Г «Ласточка» применен диагностический дисплей (рис. 7), позволяющий вести мониторинг всех CAN-сетей, а также датчиков давления ДД1 — ДД7 и всех разобщительных кранов.

Дополнительно к оборудованию системы управления электропоездом разработаны: блок пневматического оборудования № 425 (рис. 8), тормозной индикатор № 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;



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОВЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С КОЛЛЕКТОРНЫМ ПРИВОДОМ

И.П. ВАСИЛЬЕВ, аспирант НИУ «Московский энергетический институт»

Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. определяют энергетическую эффективность экономики одним из главных стратегических ориентиров долгосрочной государственной энергетической политики.

На электрической тяге в настоящее время осуществляется 85 % общего объема перевозок на железнодорожном транспорте. Основной ресурс экономии ТЭР в локомотивном хозяйстве ОАО «РЖД» находится в сфере перевозочного процесса и заключается, прежде всего, в рациональном энергоэкономном использовании тягового подвижного состава.

На сегодняшний день в эксплуатации находится 6036 грузовых электровозов, из которых 57 % составляют электровозы переменного тока с тяговым приводом постоянного тока (ВЛ60К, ВЛ80К, ВЛ80Т, ВЛ80С, ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, Э5К, ЭЭС5К, ЗЭС5К и ЭЭС5К).

Все электровозы переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями (ТЭД), используемые на полигонах железных дорог России, имеют низкие энергетические показатели в режимах тяги и рекуперации. Около 50 % парка данных электровозов оборудованы тиристорными преобразователями, обеспечивающими плавное регулирование напряжения (ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ80ТК, ЭЭС5К, ЗЭС5К и ЭЭС5К, всего 1531 электровоз, или 3683 секции). На каждую секцию приходится четыре или шесть ТЭД с питанием от сети через тяговый трансформатор (ТТ) и два либо три выпрямительно-инверторных преобразователя (ВИП), которые в режиме тяги работают как выпрямители, а в режиме рекуперации – как инверторы.

Работа ВИП, собранного на тиристорах, с одной стороны, позволяет плавно регулировать напряжение, подаваемое на ТЭД, а с другой стороны, является причиной негативного влияния, оказываемого на качество потребляемой из контактной сети (КС) электроэнергии. Процессы переключения тиристорov вызывают некие колебания

напряжения в КС. В отдельных режимах подобные колебания имеют амплитуду, соизмеримую с напряжением КС. При углах регулирования, близких к 90 эл. град., и одновременном значительном удалении электровоза от тяговой подстанции максимальные значения амплитуды искаженного напряжения могут превышать амплитуду питающего напряжения в 2 раза, что приводит к значительным потерям в КС.

В общем виде ВИП, как нагрузку сети, можно охарактеризовать коэффициентом мощности:

$$\lambda = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где P — активная мощность, потребляемая ВИП из контактной сети, характеризует полезный эффект преобразования энергии и потери в преобразователе;

S — полная мощность, потребляемая из сети.

Полная мощность, потребляемая из сети, определяется выражением:

$$S = U_d \cdot I_d, \quad (2)$$

↪ деление питательной магистрали ПМ электропоезда на две части;

↪ сообщение тормозной магистрали ТМ с питательной магистралью ПМ через обратный клапан при следовании электропоезда «холодным резервом».

Тормозной индикатор № 421 реализует следующие функции:

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

Состояние тормоза контролируется при помощи цветowych сигналов в двух окнах индикации на фронтальной поверхности устройства.

Блок пневматического оборудования № 419 осуществляет следующие функции:

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

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.

Блок пневматического оборудования № 422 предназначен для дистанционного управления давлением сжатого воздуха, подходящим к системе осушки песка, находящегося в бункере, а также подачи через разобширительные краны сжатого воздуха к сиденьям машиниста и его помощника, стеклоочистителям.

Первая в России система управления фрикционными тормозами по сравнению с европейскими аналогами обеспечивает возможность работы тормозной системы с отечественной системой управления верхнего уровня МПСУиД, а также повышенную климатическую адаптацию работоспособности тормозной системы для российских условий.

В период с февраля по октябрь 2015 г. система управления тормозами успешно прошла полный комплекс приемочных и сертификационных испытаний на электропоезде ЭС2Г отечественного производства. Были проведены ходовые испытания на действующей инфраструктуре общего пользования со скоростями до 176 км/ч, а также на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ».

В конце 2015 г. при участии представителей ОАО «РЖД» и профильных научно-исследовательских институтов состоялось заседание приемочной комиссии, которая рассмотрела результаты испытаний системы

управления тормозами, предназначенной для электропоездов ЭС2Г «Ласточка» производства ООО «Уральские локомотивы». Комиссией была дана положительная оценка разработке, конструкторской документации присвоена литера О1, производителю рекомендовано изготовить установочную серию систем.

В октябре 2016 г. на территории ООО «Уральские локомотивы» (г. Верхняя Пышма) состоялось заседание приемочной комиссии по рассмотрению результатов разработки и испытаний электропоезда ЭС2Г «Ласточка» исполнения «Стандарт», а также электропоезда ЭС2ГП «Ласточка» исполнения «Премиум», отличающегося от поезда стандартного исполнения улучшенной внутренней компоновкой салона. По итогам работы комиссии результаты разработки признаны положительными.

В настоящий момент на электропоезд ЭС2Г «Ласточка» исполнения «Стандарт» с № 045 получен сертификат соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза № ТР ТС 001/2011. Планируется, что электропоезд этой модификации будет введен в эксплуатацию на Московском центральном кольце в начале 2017 г. Необходимо отметить, что на подвижном составе ЭС2Г «Ласточка» отмеченных исполнений установлены системы управления тормозами российского производства ОАО МТЗ ТРАНСМАШ.