

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ ДЛЯ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА МОДЕЛЕЙ 81-775/776/777 «МОСКВА-2020»

## С.Г. ЧУЕВ,

канд. техн. наук, генеральный конструктор АО МТЗ ТРАНСМАШ, заслуженный конструктор РФ,

## П.М. ТАГИЕВ,

первый заместитель генерального конструктора,

## С.А. ПОПУЛОВСКИЙ,

заместитель генерального конструктора по микропроцессорной технике и электронике,

## А.В. САТАЛКИН,

руководитель группы тормозных систем моторвагонного подвижного состава и метрополитена

В августе 2018 г. в адрес АО МТЗ ТРАНСМАШ поступило предложение от Конструкторского бюро «Городской транспорт» обособленного подразделения ООО «ТМХ Инжиниринг» (г. Мытищи) на разработку тормозного оборудования для новых вагонов метрополитена, отвечающего всем последним техническим требованиям, предъявляемым к данному типу подвижного состава. После согласования всех необходимых документов на МТЗ ТРАНСМАШ приступили к разработке новой тормозной системы. Уже в конце 2019 г. система была изготовлена, подвержена полному циклу предварительных испытаний и была принята в рамках приемочной комиссии заказчиком.

Эксплуатация подвижного состава в ограниченном пространстве накладывает определенные требования к работе устройств и механизмов вагона. Тормозное оборудование вагонов метрополитена имеет значительные отличия от оборудования моторвагонного подвижного состава, эксплуатируемого на сети ОАО «РЖД».

Главные его отличия заключаются в следующем:

- большее количество циклов торможения и отпуска за равные промежутки времени;
- особые требования к габаритным размерам ввиду ограниченности места под установку оборудования;
- ограниченность зоны обслуживания тормозного оборудования, необходимость выхода из нештатных ситуаций, находясь непосредственно внутри подвижного состава (при этом приборы управления расположены в подвагонном пространстве).

На протяжении всего периода развития моторвагонного подвижного состава и метрополитена тормозное оборудование производства нашего предприятия развивалось параллельно. Поэтому когда заказчик в 2018 г. приступил к созданию инновационных вагонов метрополитена, отвечающих всем современным требованиям к надежности, комфорту, автоматизации и функциональности систем, на МТЗ ТРАНСМАШ при создании тормозного оборудования руководствовались аналогичными требованиями.

Следует отметить, что время на создание тормозного оборудования также было ограничено, вследствие чего многие этапы создания системы были сильно сжаты. В этих непростых условиях удалось создать тормозную систему, которая по многим параметрам не уступает современным аналогам.

Вновь разработанная система управления тормозами обладает следующими преимуществами по сравнению с предыдущим поколением подвижного состава метрополитена:

- ◆ автономный автоматический пневматический тормоз, работающий независимо от автоматического элект

ропневматического тормоза (на метрополитене этот вид тормоза называется «Петля безопасности»), позволяющий машинисту управлять давлением в тормозной магистрали и, следовательно, в тормозных цилиндрах в любой момент времени (при этом повышаются надежность и живучесть системы);

- ◆ многоступенчатый электропневматический тормоз, обеспечивающий комфортные условия для пассажиров в части остановки и начала движения состава;

- ◆ автоматическое дистанционное отключение «Петли безопасности» отдельно на каждом вагоне, которое позволяет, управляя из кабины машиниста, выпустить воздух из тормозных цилиндров отдельного вагона или всего состава при возникновении нештатной ситуации;

- ◆ конструкция воздухораспределителя выполнена на новой элементной базе, в которой исключены резиновые диафрагмы, что, в свою очередь, повышает надежность прибора;

- ◆ высокоточное электронное авторежимное регулирование с пневматическим резервированием для более точного прицельного торможения в автоматическом режиме управления подвижным составом;

- ◆ наличие дополнительного прибора безопасности — пневматическая стоп-кнопка с диагностикой состояния, которая позволяет машинисту оперативно применить экстренное пневматическое торможение;

- ◆ тормозная система обеспечивает современные требования к ремонтпригодности и эргономики;

- ◆ конструкция крана машиниста обеспечивает ручное управление разобщительными кранами, что, в свою очередь, позволило исключить применение дистанционных штанг в кабине машиниста;

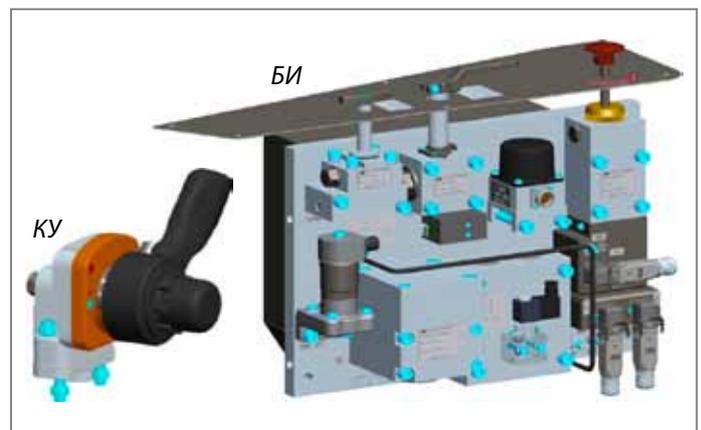


Рис. 1. Кран машиниста 023:

КУ — кран управления; БИ — блок исполнительный



◆ расширена диагностика тормозной системы, которая позволяет системе управления обнаруживать предотказные состояния оборудования.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали выполняет кран машиниста 023 (рис. 1). Данный кран машиниста КМ является дистанционным пневматическим с автоперекрышами.

КМ реализует следующие функции:

- ✦ управления давлением сжатого воздуха в тормозной магистрали поезда;
- ✦ экстренного торможения по сигналу системы управления поезда;
- ✦ экстренного торможения при воздействии машинистом на клапан аварийного экстренного торможения (КАЭТ) и передачи соответствующей информации в систему управления;
- ✦ блокирования тормозов в неактивной кабине поезда;
- ✦ передачи диагностической информации в систему управления о состоянии блокировки тормозов.

Кран управления имеет семь фиксированных положений:

- ✦ I — сверхзарядка;
- ✦ II — поездное положение (зарядное давление);
- ✦ III — тормозное положение;
- ✦ IV — тормозное положение;
- ✦ V — тормозное положение;
- ✦ VI — полное служебное торможение;
- ✦ VII — экстренное торможение.

Необычная конфигурация верхней панели исполнительного блока связана с дизайном пульта управления в кабине машиниста.

На рис. 2 представлена функциональная схема крана машиниста КМ.

Функцию управления давлением воздуха в тормозной магистрали выполняют:

- кран управления КУ, поддерживающий зарядное давление в управляющей полости реле давления РД, а следовательно, и в тормозной магистрали ТМ;

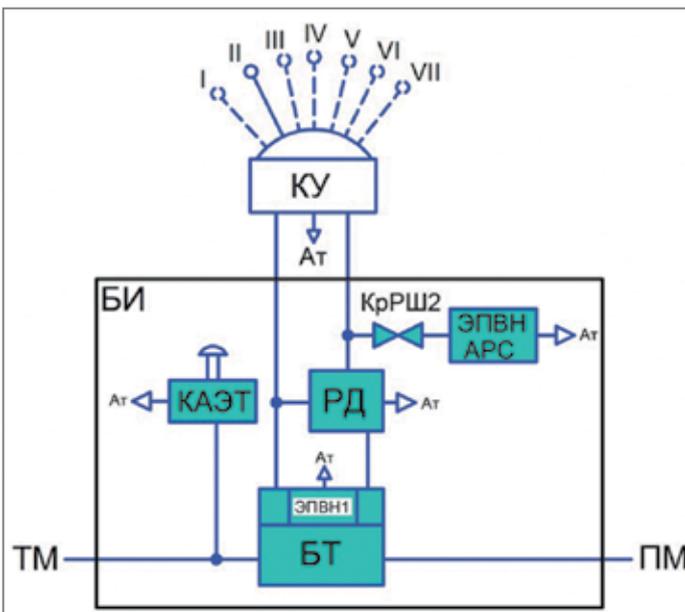


Рис. 2. Функциональная схема крана машиниста 023: КУ — кран управления; БИ — блок исполнительный; РД — реле давления; БТ — блокировка тормозов; ЭПВН1 — электропневматический вентиль; КАЭТ — клапан аварийного экстренного торможения; ЭПВН АРС — электропневматический вентиль системы безопасности; КрРШ2 — разобщительный кран; ПМ — питательная магистраль; ТМ — тормозная магистраль; Ат — атмосфера

➤ реле давления, которое осуществляет наполнение и выпуск давления воздуха из тормозной магистрали в зависимости от давления в его управляющей полости;

➤ электропневматический вентиль ЭПВН АРС, обеспечивающий выпуск воздуха из управляющей полости реле давления РД, а, следовательно, и из тормозной магистрали при снятии напряжения с него.

Блокировка тормозов осуществляется:

◆ блокировкой тормозов БТ, обеспечивающей сообщение тормозной и питательной магистралей с реле давления РД и отдельно питательной магистрали с краном управления КУ;

◆ электропневматическим вентилем ЭПВН1, обеспечивающим дистанционное управление блокировкой тормозов БТ при подаче или снятии с вентиля напряжения (в случае нештатных ситуаций включить блокировку тормозов БТ и активировать кран машиниста КМ возможно посредством трехходового крана КрРШ1).

Передача диагностической информации в систему управления выполняется:

- ✦ сигнализатором давления СД1, передающим сигнал в систему управления о состоянии блокировки тормозов;
- ✦ микропереключателем в клапане аварийного экстренного торможения КАЭТ, передающим сигнал об активации или деактивации экстренного торможения.

Блок тормозного оборудования 073 (рис. 3) является основным элементом системы управления тормозами вагона. Он выполняет следующие функции:

- ✦ автоматическое пневматическое торможение;
- ✦ электропневматическое торможение;
- ✦ авторежимное регулирование при автоматическом и электропневматическом торможениях;
- ✦ стояночный тормоз с дистанционным и ручным управлением;
- ✦ автоматическое пневматическое торможение с пониженной эффективностью («холодный резерв»);
- ✦ замещение электродинамического тормоза при снижении его эффективности (или отказе) и при дотормаживании;
- ✦ передача расширенной диагностической информации в систему управления.

На рис. 4 представлена функциональная схема блока тормозного оборудования 073.

Автоматическое пневматическое торможение обеспечивает клапан пропорционального управления КПУ. В зависимости от давления в тормозной магистрали КПУ обеспечивает определенное управляющее давление, подаваемое в РД для непосредственного наполнения тормозных цилиндров ТЦ1, ТЦ2 первой и второй тележек вагона.



Рис. 3. Блок тормозного оборудования 073

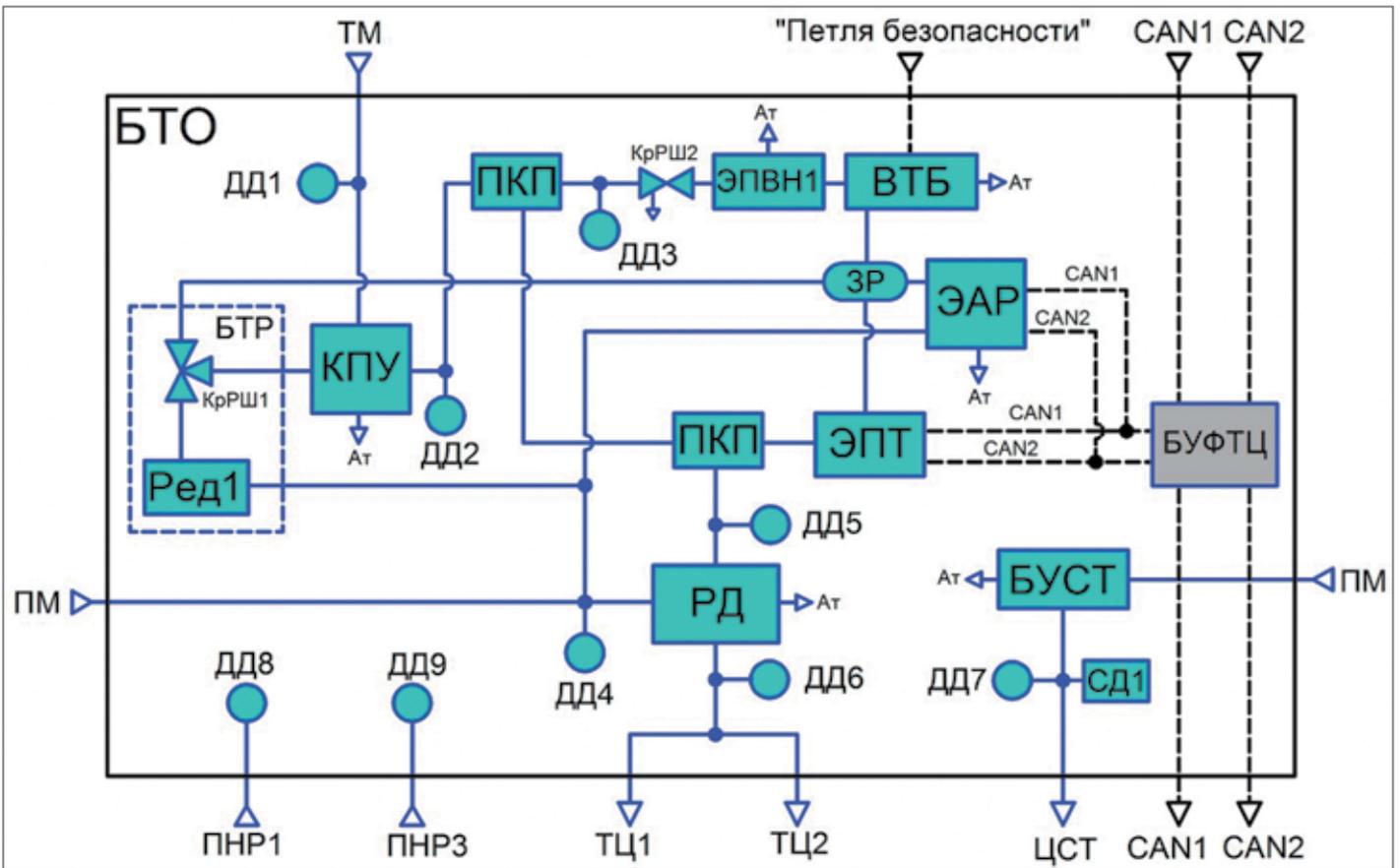


Рис. 4. Функциональная схема блока тормозного оборудования 073:

БТР — блок транспортного режима; КрРШ1 — трехходовой кран; Ред1 — редуктор; РД — реле давления; ЭПТ — электропневматический тормоз; ЭАР — электронный авторежим; КПУ — клапан пропорционального управления; КрРШ2 — разобщительный кран; ВТБ — вентиль тормоза безопасности; ЭПВН1 — электропневматический вентиль; ПКП — переключательный клапан с приоритетом; БУСТ — блок управления стояночным тормозом; ЗР — запасный резервуар; ДД1 — ДД9 — датчики давления; БУФТЦ — цифровой блок управления фрикционным тормозом; ПНР1, ПНР2 — пневморессоры; ТМ — тормозная магистраль; ПМ — питательная магистраль; ТЦ1, ТЦ2 — тормозные цилиндры; ЦСТ — цилиндр стояночного тормоза; Ат — атмосфера

Функцию электропневматического тормоза, а также замещение и до-тормаживание при электродинамическом тормозе выполняет блок ЭПТ, который наполняет управляющую полость РД, что обеспечивает наполнение тормозных цилиндров ТЦ1, ТЦ2 первой и второй тележек вагона. Электропневматическое торможение реализовано как в основном штатном режиме от команд системы управления, так и в резервном режиме при помощи аналоговых сигналов.

Автоматическое электропневматическое торможение («Петля безопасности») осуществляется вентилем ВТБ. В БТО реализована возможность шунтирования вентиля ВТБ с помощью вентиля ЭПВН1.

Функцию авторежимного регулирования при автоматическом пневматическом тормозе выполняет электронный авторежим ЭАР, получающий управляющий сигнал по загрузке вагона от системы управления. Авторежимное регулирование при электропневматическом торможении выполняет БУФТЦ, получающий соответствующую команду от системы управления. В случае выхода из строя компонентов электронного авторежима или пневморессор тележек ЭАР обеспечит в тормозных цилиндрах ТЦ1, ТЦ2 первой и второй тележек вагона давление порожнего режима.

Стояночным тормозом с дистанционным и ручным управлениями управляет блок управления стояночным тормозом БУСТ.



Рис. 5. Срывной клапан 370Э

Функцию автоматического пневматического торможения с пониженной эффективностью («холодный резерв») выполняет блок транспортного режима БТР, состоящий из редуктора и трехходового крана, который необходимо установить из положения «Авторежимное регулирование» в положение «Транспортный режим».

Срывной клапан КС 370Э (рис. 5) реализует следующие функции:

- ▲ обеспечения автоматической экстренной разрядки тормозной магистрали при проезде поездом запрещающего путевого сигнала, а также при превышении установленной скорости движения поезда на участках, оборудованных инерционными путевыми шинами;
- ▲ передачи диагностической информации в систему управления о состоянии срывного клапана.

В заключение следует отметить, АО МТЗ ТРАНСМАШ — машиностроительное предприятие России, отмечающее в ноябре 2021 г. 100-летний юбилей. Предприятие разрабатывает и производит тормозное оборудование для всех типов грузовых и пассажирских вагонов, локомотивов, моторвагонного подвижного состава, скоростных и высокоскоростных поездов, а также подвижного состава метрополитена. Инженеры специального конструкторского бюро по тормозостроению (СКБТ), которому 11 января 2021 г. исполнилось 70 лет, готовы реализовать любые технические требования заказчика в строго установленные сроки.