

УДК 629.4.077:629.4.027.118

О.О. Пятаков, Ю.Я. Водяников, А.В. Гречко, С.М. Свистун

ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

Рассмотрены особенности тормозной системы электропоезда производства ПАТ «Крюковский вагоностроительный завод». Тормозная система построена по блочно-модульному принципу и состоит из: пневматического непрямодействующего тормоза (аварийный, резервный); прямодействующего электропневматического (основной, рабочий); электродинамического и пневмопружинного автоматического стояночного тормоза. Управление тормозами осуществляется при помощи бортового компьютера системы контроля и диагностики. Создаваемые тормозные силы реализуются в зависимости от загрузки электропоезда. Рассмотрены также основные принципы работы тормозной системы.

Наиболее перспективными видами железнодорожного транспорта для перевозки пассажиров на расстояние 500 - 700 км являются электропоезда, преимущества которых заключаются в реализации высокоскоростного движения, экологичности, возможности перевозки пассажиров с высоким уровнем комфорта и оперативной готовности [1].

Одним из таких является электропоезд созданный Крюковским вагоностроительным заводом [2]. Электропоезд предназначен для одновременной перевозки 609 пассажиров со скоростью до 200 км/ч и может эксплуатироваться на электрифицированных участках как с постоянным, так и с переменным напряжением сети. Состоит из девяти жестко соединенных между собой вагонов (рис. 1). Головной и хвостовой вагоны – моторные, средние 7 вагонов – промежуточные, выполнены на базе вагонов улучшенной комфортности серийного ряда 788, на безлюлечных тележках, с пневмоподвешиванием. Обладает современным дизайном внешнего вида и кабины машиниста (рис. 2, 3), а также системой управления, контроля и диагностики (рис. 4).

Система контроля и диагностики электропоезда обеспечивает запись его основных параметров, их архивирование и, при необходимости, вывод параметров на дисплей, расположенный на пульте управления (рис.5).

Электропоезд на 70 % является национальным продуктом, однако тяговые двигатели, редукторы, компоненты тормозной системы являются австрийскими или немецкими. В разработке и постройке электропоезда принимали участие, кроме ПАО «КВСЗ», фирмы «Knorr-Bremse», «STEMMANN» (Германия), «MEDCOM» (Польша), «Хартрон-Экспресс» (Харьков), «МДС» (Днепропетровск), и др.

Важнейшей составной частью электропоезда является тормозная система, которая обеспечивает безопасность движения и пассажиров. Поэтому для указанной системы были наиболее тщательно проработаны все ее компоненты. Следует отметить, что применение на электропоезде элементов тормозного оборудования производства компании «Knorr-Bremse» (Германия) послужило основой для создания тормозной системы с достаточно высокой эффективностью и надежностью.

© *О.О. Пятаков, Ю.Я. Водяников, А.В. Гречко, С.М. Свистун, 2012*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 1. Схема двухсистемного электропоезда для межрегионального сообщения



Рис. 2. Внешний вид электропоезда

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

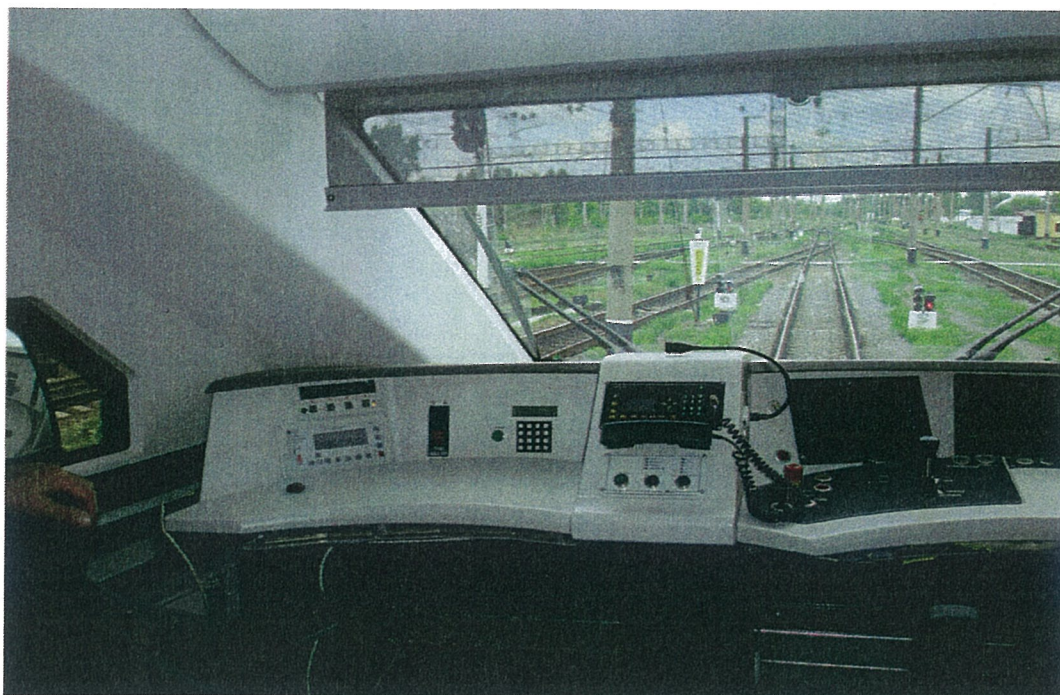


Рис. 3. Кабина со стороны рабочего места помощника машиниста



Рис. 4. Кабина машиниста: рукоятки и кнопки управления, дисплей отображения диагностической информации

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 5. Дисплей отображения диагностической информации

Тормозная система электропоезда (рис. 6) оснащена следующими видами тормозов:

- рекуперативно-реостатным электродинамическим тормозом (только для головных моторных вагонов);
- электропневматическим прямодействующим фрикционным дисковым тормозом, который является основным - рабочим;
- пневматическим не прямодействующим фрикционным дисковым тормозом (резервный, автоматический);
- автоматическим стояночным тормозом с пружинным аккумулятором, который воздействует на накладку фрикционного дискового тормоза вагона.

Оборудование тормозной системы электропоезда (рис. 7) по своему функциональному назначению может быть представлено:

- **приборы питания** тормоза сжатым воздухом (компрессорные безмасляные агрегаты, предохранительные клапаны, воздухоосушительные установки и др.);
- **приборы управления и контроля** (мастер-контроллер, в котором совмещены функции прибора для обеспечения тяги и торможения электропневматическим тормозом; резервный тормозной контроллер (кран машиниста), предназначенный для управления пневматическим тормозом; панель системы управления тормозной магистралью; блокировочное устройство; манометры; приборы системы контроля и диагностики, др.);
- **приборы безопасности** (автостоп; система КЛЮБ; скоростемер; аварийная кнопка, др.);

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- *приборы торможения и отпуска* (контейнер тормозного оборудования; запасные и питательные резервуары);
- *тележечное тормозное оборудование* (колесные и осевые тормозные диски; клещевые механизмы, в т. ч. с пружинными аккумуляторами для автоматического стояночного тормоза);

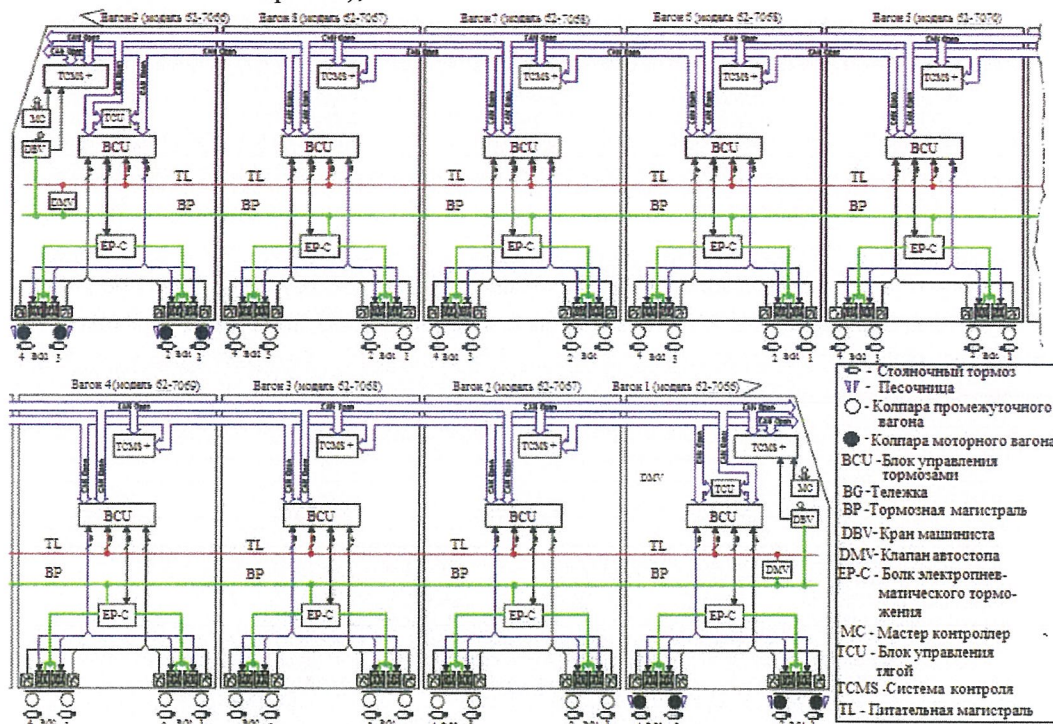


Рис. 6. Схема тормозной системы

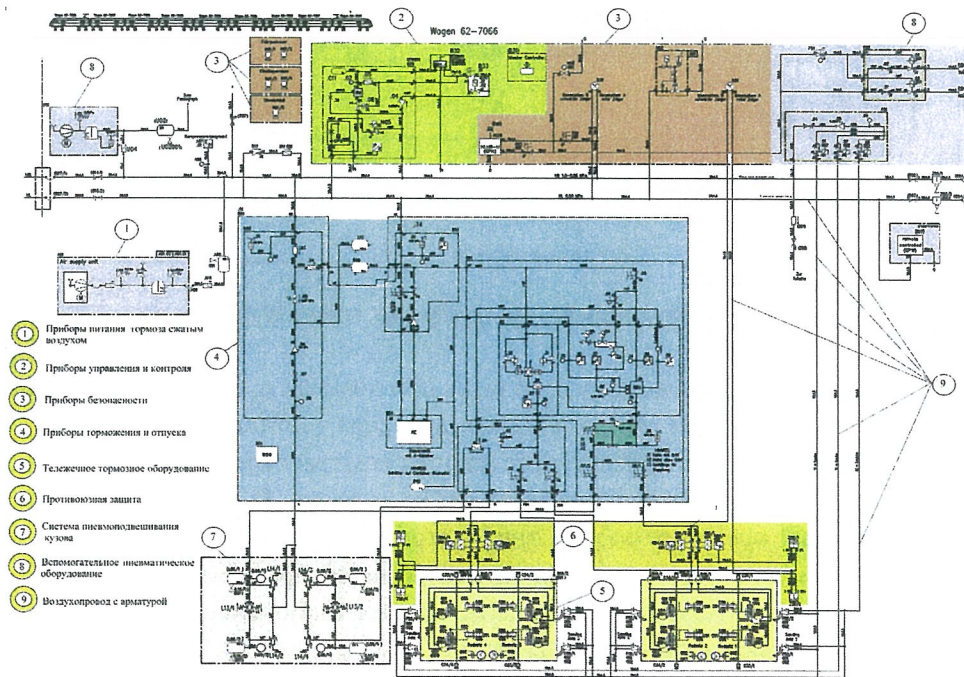


Рис. 7. Схема пневматического оборудования тормозной системы электропоезда

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- *противоюзная система* (противоюзные датчики; клапаны противоюзной защиты и др.);

- *система пневмоподвешивания кузова* (пневмоподушки; клапаны высоторегулирования; перепускные клапаны и резервуары дополнительной жесткости);

- *вспомогательное пневматическое оборудование* (приборы пескоподачи; тифоны; приборы управления пантографами и др.)

- *воздухопровод с арматурой* (трубопроводы тормозной, питательной и др. магистралей; разъединительные краны; концевые краны; соединительные рукава и др.).

Энергоносителем тормозной системы является сжатый воздух, который подается системой подачи сжатого воздуха, с использованием безмасляных поршневых компрессорных агрегатов (рис. 8) в количестве 2 штук, установленных вместе с осушителями воздуха в подвагонном пространстве головных вагонов. Компрессоры обеспечивают воздухом, наряду с тормозной, и другие системы: пневмоподвешивания вагонов, устройство управления микроклиматом, управления дверьми, стеклоочистители, токоприемники, тифон.

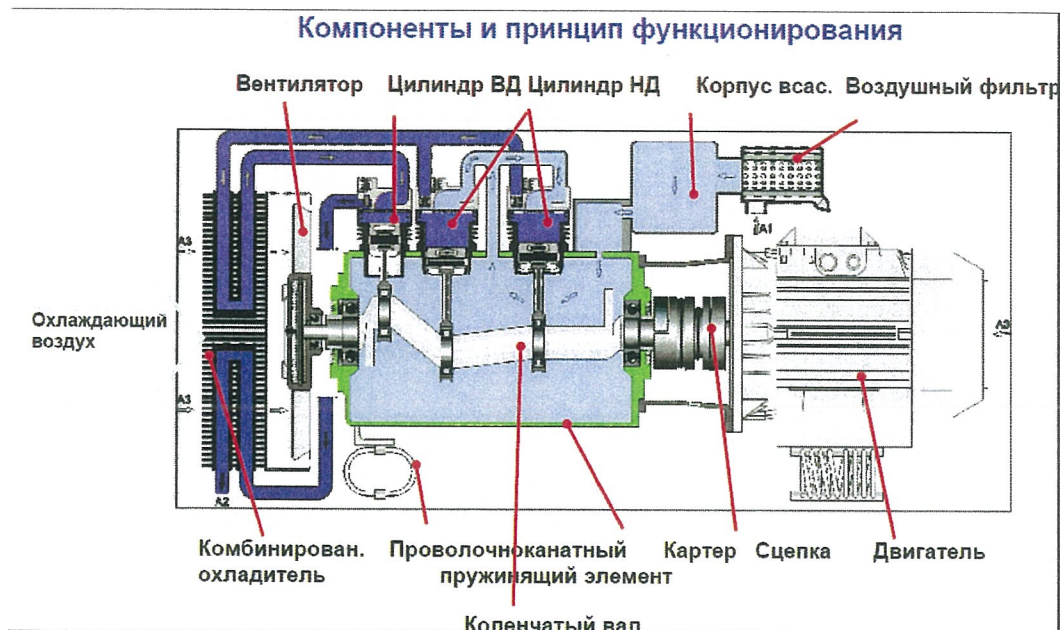


Рис. 8. Безмасляный компрессорный агрегат типа «W-180Т»

Управление компрессорами производится при помощи системы управления поездом. При зарядке тормозной системы оба компрессора работают параллельно, а в диапазоне от 8,5 до 10 кгс/см² используется один из компрессоров. При выходе из строя одного компрессора, другой включается автоматически. В этом случае математически рассчитанное время его работы при 9-вагонном электропоезде составляет 91%, т. е., в аварийном режиме с помощью одного компрессора обеспечивается работа всего пневматического оборудования электропоезда. Включение и выключение компрессоров осуществляется датчиками давления в пределах от 8,5 до 10 кгс/см². Поддержание давления в питательной магистрали в таких пределах гарантировано

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

обеспечивает надежную работу всего пневмооборудования электропоезда, в т. ч. противоюзной системы и системы пневмоподвешивания.

В отличие от существующих отечественных систем электропневматического тормоза, в которых применяются электровоздухораспределители, например 305, в тормозной системе данного электропоезда они отсутствуют.

Функции управления тормозом объединяются в каждом вагоне, главным образом в т. н. контейнере тормозного оборудования (рис. 9) с блоком электропневматического торможения (B51) и электронным блоком управления тормозами (B01)-тормозным компьютером, управляемым микропроцессором (рис.10). Конструктивной особенностью контейнера тормозного оборудования является блочное исполнение: на алюминиевых плитах, в которых сформированы пневматические каналы, устанавливаются пневматические и электропневматические приборы. Использование тормозного оборудования в виде блоков удобно для монтажа и обслуживания в эксплуатации.

Контейнер располагается в подвагонном пространстве и содержит кроме вышеупомянутого блока электропневматического торможения, функционально увязанные между собой следующие блоки (модули), представленные на рис.10.

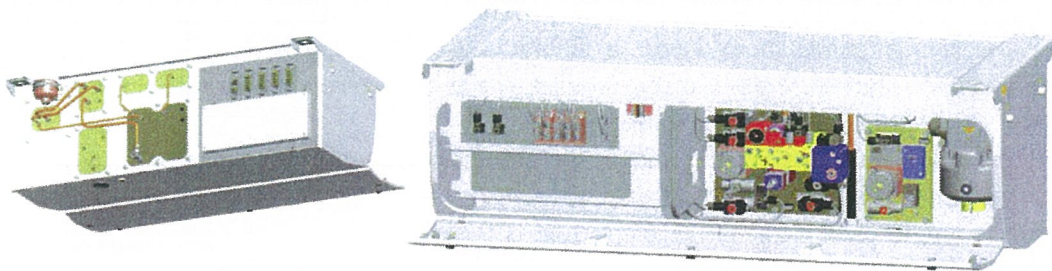


Рис. 9. Контейнер тормозного оборудования

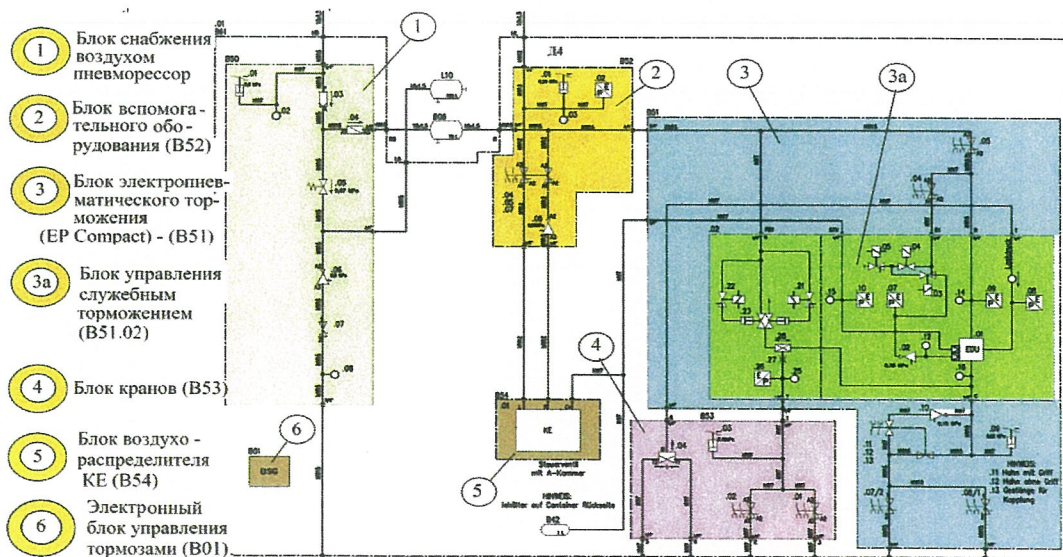


Рис. 10. Пневматическая схема контейнера тормозного оборудования

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Каждый из блоков в свою очередь может состоять из набора электропневматических и др. пневматических приборов, призванных выполнять определенные функции, например, таких как:

- электропневматические клапаны;
- редукционные, обратные клапаны;
- датчики давления;
- реле давления;
- фильтры;
- разъединительные краны, пр.

Кроме того, в контейнере находится воздухораспределитель типа КЕ и оборудование не прямодействующего пневматического тормоза.

Тормозная система поезда в рабочем (штатном) режиме управляется органами управления, расположенными на пульте машиниста в кабинах управления головных вагонов при помощи мастер-контроллера (для управления электропневматическим тормозом) и краном машиниста – для управления пневматическим тормозом. При этом управляющие сигналы направляются в бортовой компьютер системы контроля, диагностики и управления.

Сигналы на торможение обрабатываются с помощью специальной программы, а затем поступают в блоки электропневматического торможения (EP Comract) для реализации тормозной силы в зависимости от загрузки вагона (давления в баллонах пневмоподвешивания).

Тормозная сила при фрикционном торможении создается с помощью клещевых механизмов на тормозных дисках (рис. 11), причем на промежуточных вагонах диски расположены на осях (рис. 12), на моторных вагонах – на колесах (рис. 13).

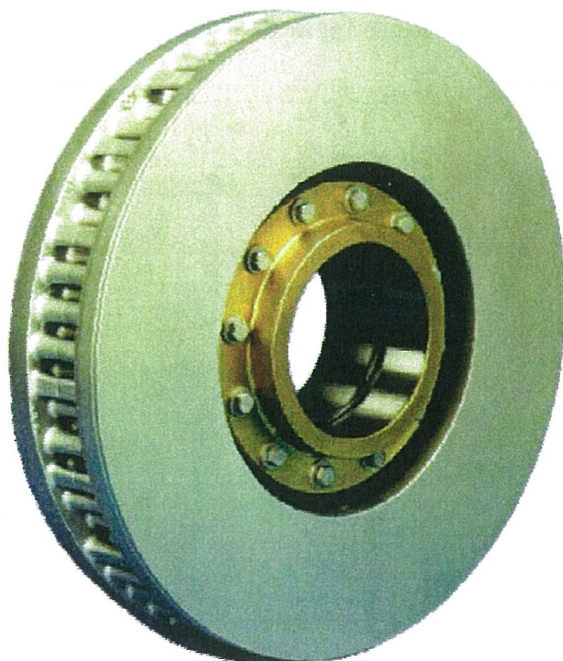


Рис.11. Тормозной диск

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

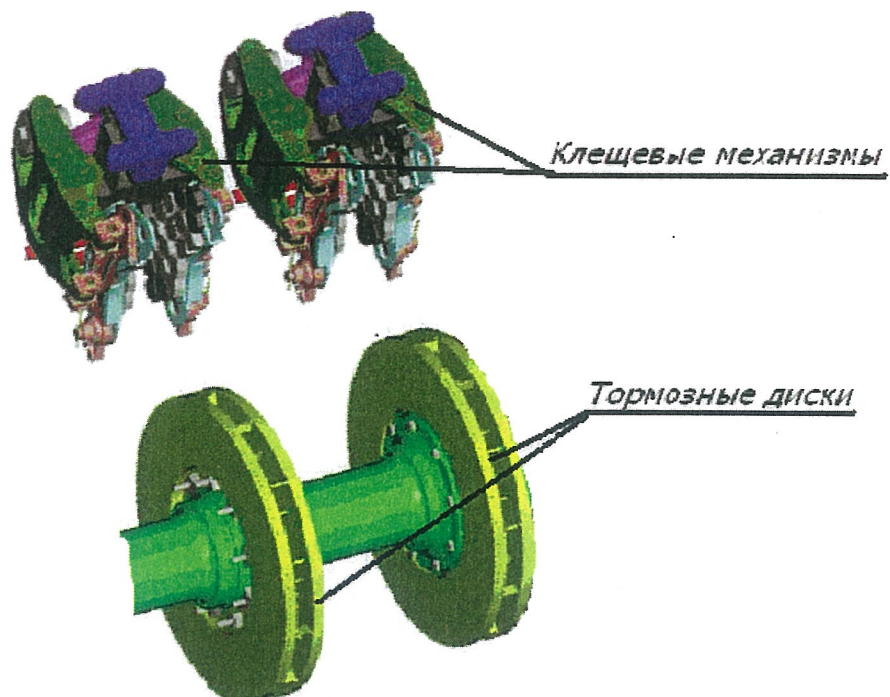


Рис. 12. Клещевые механизмы промежуточного (немоторного) вагона

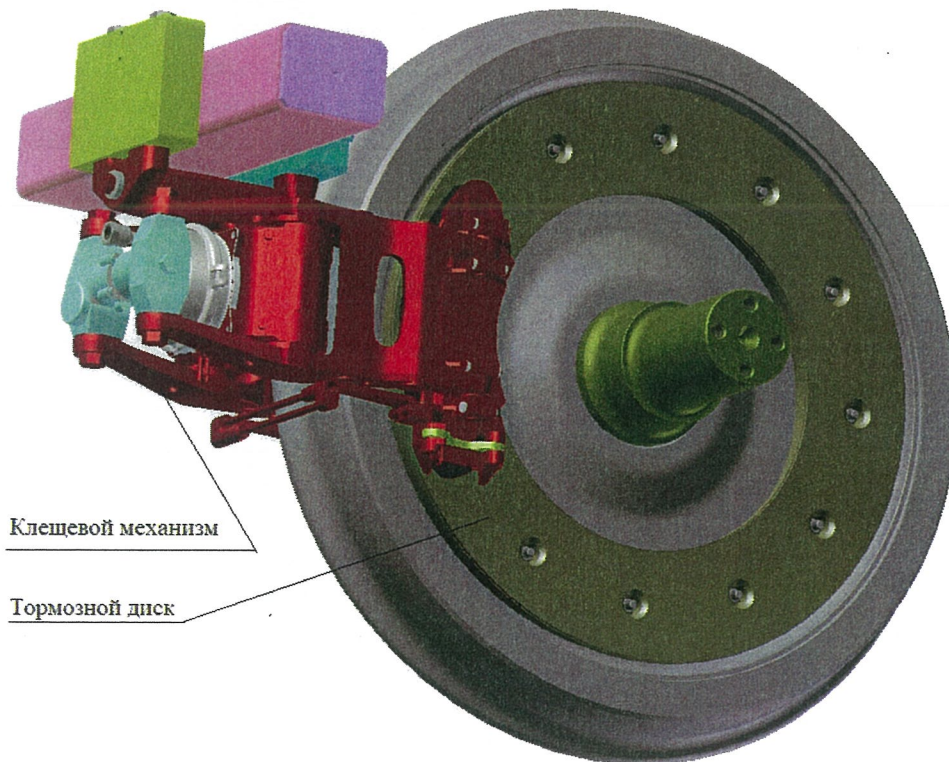


Рис. 13. Клещевой механизм моторного (головного) вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При служебном торможении активируется электродинамический тормоз двигателями, работающими в генераторном режиме на моторных вагонах, и одновременно пневматическое фрикционное торможение прямодействующим тормозом на немоторных вагонах. В случае недостаточной эффективности электродинамического тормоза для остановки поезда, электродинамический тормоз на приводных вагонах дополняется прямодействующим пневматическим фрикционным тормозом.

После остановки поезда, для обеспечения его удержания, рабочий пневматический тормоз замещается 70% усилием автоматического стояночного тормоза.

В аварийном режиме работы тормозной системы поезда (саморасцепление поезда, по командам системы безопасности, буксирование и т.д.), торможение выполняется резервным пневматическим непрямодействующим тормозом.

Кроме того, одной из функций тормозной системы является возможность перераспределять тормозную эффективность поезда, с учетом выхода из строя (отказа тормоза) одного или нескольких вагонов поезда. В этой ситуации автоматически повышается тормозная сила пропорционально тормозной массе вагонов, на которых зафиксирован отказ.

Тормозная система вагонов оснащена электронной системой противоюзной защиты (рис. 14), в состав которой входят блок управления и сигнализатор давления, расположенные в тормозном контейнере, клапаны противоскольжения, установленные в подвагонном пространстве в непосредственной близости от тележки, датчики скорости и полюсные колеса, установленные в буксовых узлах тележек.

Принцип действия электронной системы противоюзной защиты заключается в том, что при помощи полюсных колес и датчиков скорости, блок управления определяет базовую скорость каждого вагона и угловую скорость каждой оси в отдельности. В случае отклонения в угловой скорости одной или нескольких осей от базовой скорости вагона, блок управления подает команду на соответствующие клапаны противоскольжения, обеспечивая кратковременное снижение давления в тормозных цилиндрах соответствующих осей, тем самым выравнивая угловую скорость начинающих скольжение колесных пар.

Противоюзная система

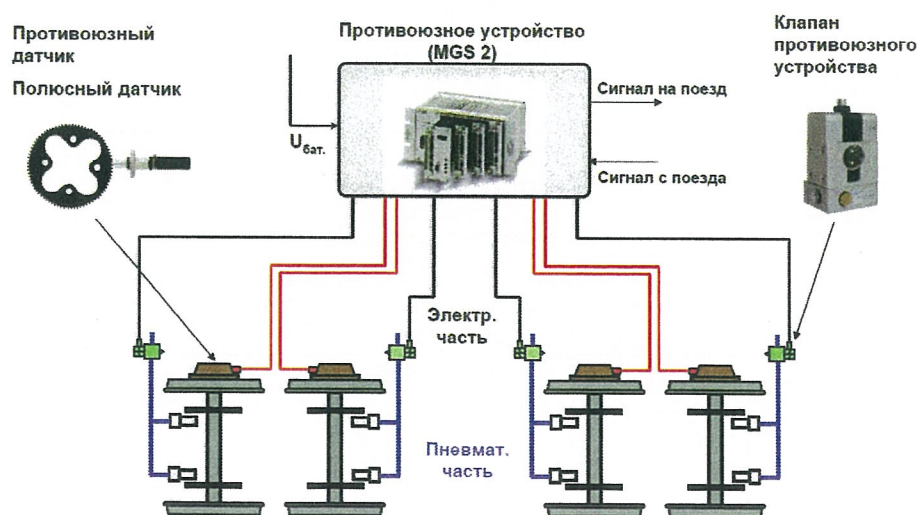


Рис. 14. Система противоюзной защиты

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Все вагоны электропоезда оборудованы автоматическими пневмопружинными стояночными тормозами (рис. 15).

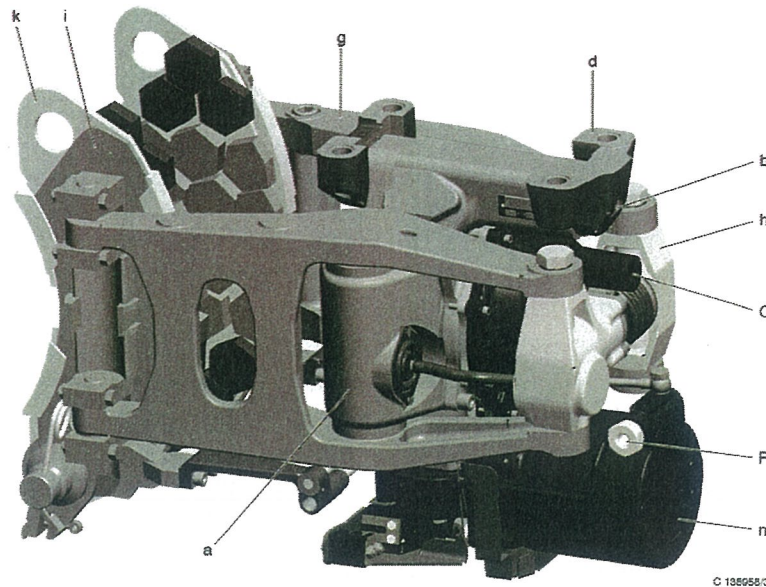


Рис. 15. Стояночный тормоз

(а- корпус; б- болт кронштейн; d- опора кронштейна; e- мембранный цилиндр; g- рычаг клещевого механизма; h- регулятор с нажимной штангой; i - держатель накладки; k- тормозная накладка; n- пружинный аккумулятор с аварийным устройством отпуска; C- патрубок сжатого воздуха для служебного тормоза; F- патрубок сжатого воздуха для стояночного тормоза).

Тормозная сила стояночного тормоза обеспечивается за счет пружинного аккумулятора, интегрированного в тормозные клещевые механизмы. Принцип действия автоматического стояночного тормоза основан на том, что при отсутствии давления сжатого воздуха в тормозной магистрали, а также в полости соответствующего тормозного цилиндра, пружина прижимает тормозные накладки к тормозным дискам.

Для отпуска автоматического стояночного тормоза необходимо подать давление сжатого воздуха в соответствующую полость тормозного цилиндра, для обеспечения сжатия пружинного аккумулятора, что в свою очередь обеспечит отвод тормозных накладок от тормозного диска.

Для аварийного отпуска стояночного тормоза, при отсутствии возможности подачи сжатого воздуха в тормозные цилиндры, имеется механизм аварийного отпуска, рукоятки которого расположены по обеим сторонам каждой тележки.

Тормозная накладка, создающая силу нажатия на диск при торможении, выполнена из органического, не содержащего асбеста, материала Vesorit, с допустимой максимальной температурой на поверхности не выше 400°C, толщина новой накладки 35 мм, минимально допустимая в эксплуатации – 5 мм.

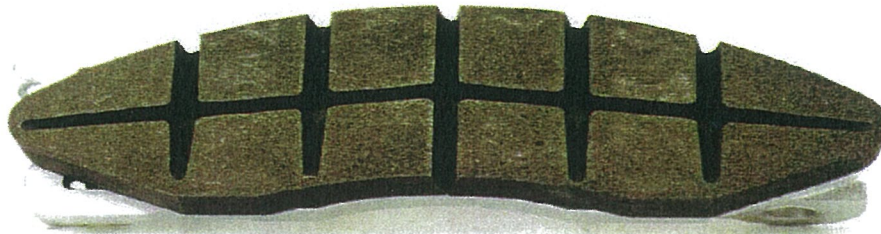


Рис. 16. Тормозная накладка

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Выводы

Тормозная система скоростного межрегионального двухсистемного электропоезда постройки Крюковского вагоностроительного завода обладает следующими основными особенностями:

применена система подачи сжатого воздуха, с использованием безмасляных поршневых компрессорных агрегатов, установленных вместе с осушителями воздуха в подвагонном пространстве головных вагонов;

при электропневматическом и пневматическом торможениях тормоз является практически неистощимым, т. к. давление в тормозных цилиндрах поддерживается за счет пополнения из запасных резервуаров, в которые через обратные клапана постоянно поступает воздух из питательной магистрали;

использованы тормозные исполнительные приборы (дисковый тормоз с клещевыми механизмами и противоюзной защитой фирмы «Клопп-Времсе»), ранее опробованные и доказавшие высокую надежность и эффективность при эксплуатации пассажирских вагонов серийного ряда 788 на безлюлечных тележках с пневмоподвешиванием;

управление тормозом осуществляется по заранее настраиваемой компьютерной программе, в которой задаются опорные параметры для выработки требуемого действия, с учетом поступающего сигнала из пульта управления;

функции управления тормозом объединяются в каждом вагоне, главным образом в т. н. контейнере тормозного оборудования (В61) с блоком электропневматического торможения (EP Comtract)-В51 и электронным блоком управления тормозами (В01), управляемым микропроцессором;

система контроля и диагностики электропоезда обеспечивает запись его основных параметров, их архивирование и, при необходимости, вывод на дисплей, расположенный на пульте управления;

тормозная сила регулируется также за счет изменения давления в тормозных цилиндрах в зависимости от загрузки вагонов, задаваемым параметром для которой является давление в баллонах пневмоподвешивания;

поезд оборудован автоматическим пневмопружинным стояночным тормозом. После остановки поезда, для обеспечения его удержания, рабочий пневматический тормоз замещается 70% усилием автоматического стояночного тормоза;

тормоз обладает возможностью сохранения тормозной эффективности при отказе тормоза на одном или нескольких вагонах путем распределения недостающей тормозной силы между вагонами сохранившими работоспособность, с учетом тормозной массы вагонов, на которых зафиксирован отказ тормоза.

Литература

1. Приходько В.И. Научные основы создания пассажирских вагонов для скоростных перевозок: Монография [Текст] / В.И. Приходько, С.В. Мямлин. – Дн-вск: Изд-во Маковецкий, 2011. – 356 с.
2. Электропоезд двухсистемный для межрегионального сообщения со скоростью 160 км/ч. Техническое задание 62.7066.ТЗ. – Кременчуг: ПАТ «КВБЗ», 2010. – 80 с.