

Новые требования к мотор-вагонному подвижному составу



Евгений МОРДОВИН

Evgeny A. MORDOVIN

Мордовин Евгений Александрович – сервисный инженер ООО «Кнопп-Бремзе» (Системы для рельсового транспорта), Москва, Россия.

Стратегия развития ОАО «РЖД» и рост рынка пригородных пассажирских перевозок предъявляют новые технические требования к электропоездам. В соответствии с этим компания «Siemens» разработала модель перспективного пригородного электропоезда «Ласточка» с последующей локализацией производства на территории России. Мотор-вагонный подвижной состав получил современную тормозную систему с высокой эффективностью и рассчитанную на скорость движения 160 км/ч. Статья подробно характеризует конструкционные и эксплуатационные особенности тормозного оборудования и управляющие им устройства.

Ключевые слова: железная дорога, мотор-вагонный подвижной состав, электропоезд «Ласточка», эффективность торможения, технические требования.

Пригородные маршруты электропоездов в структуре сетевого пассажирооборота занимают ведущее место и составляют порядка 90% от общего объема пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в России. Ежегодно в пригородном сообщении перевозится около 1,2 млрд человек.

Развитие пригородных перевозок в условиях рыночной экономики – одно из приоритетных направлений для ОАО «РЖД». Благодаря повышенным скоростям пассажирских составов возрастает их конкурентоспособность по сравнению с другими видами транспорта. Однако остро встает проблема повышения безопасности движения поездов, в значительной степени связанная с техническими возможностями тормозных систем.

Рост транспортной подвижности населения на фоне проблем с организацией автомобильного движения в крупных городах повышает спрос на пригородные и городские железнодорожные перевозки. Растет средняя дальность поездки пассажира в пригородном сообщении: в 1991 году она составляла 34,8 км, 1999-

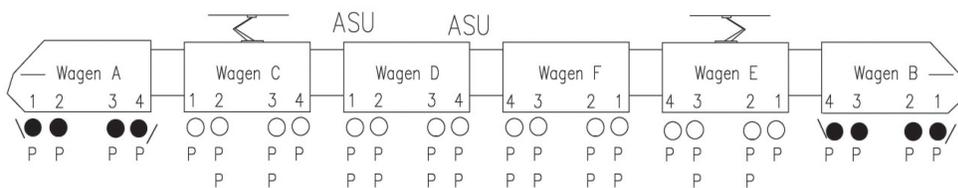


Рис. 1. Распределение тяговых электродвигателей.

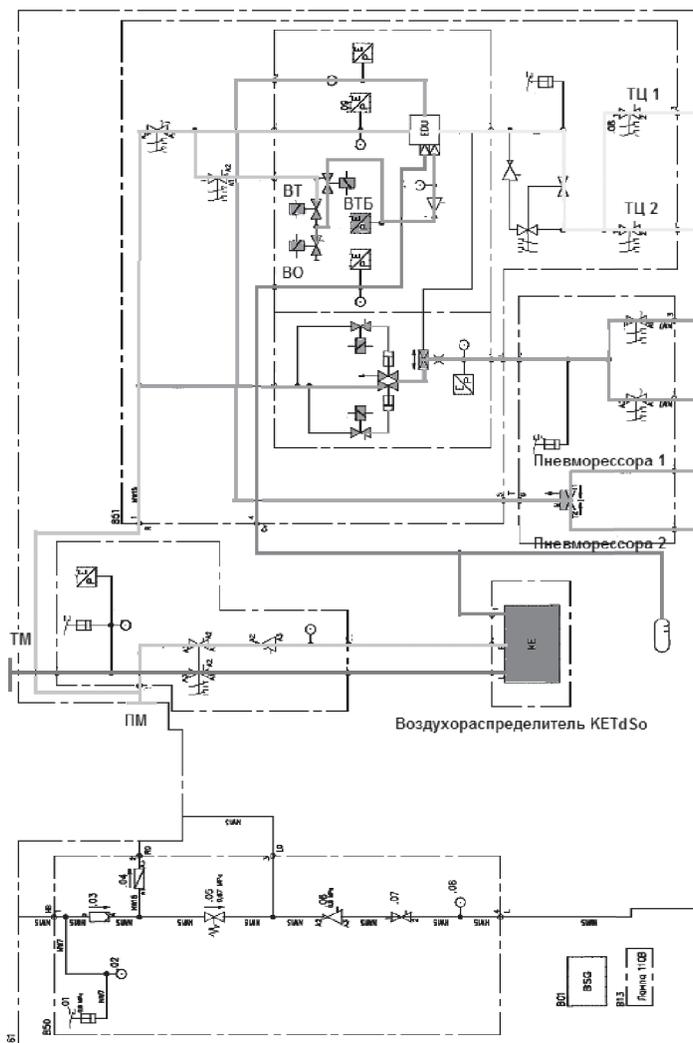


Рис. 2. Принципиальная пневматическая схема контейнера тормозного оборудования.

м – 39,2 км, 2007-м – 40,2 км. К 2015 году средняя дальность поездки должна увеличиться до 42,8 км.

В конце 1990-х – начале 2000-х годов основной формой поддержания в технически исправном состоянии подвижного состава в пригородном сообщении было проведение капитального ремонта с продлением срока службы. Стоимость такого ремонта достигала 40–50% цены нового вагона. Чтобы изменить ситуацию, в соот-

ветствии со своей инвестиционной программой ОАО «РЖД» стало регулярно выделять на закупку нового подвижного состава все более растущие средства.

Так, в настоящее время холдинг совместно с «Сименс АГ» заключил договор на поставку, с последующим созданием на территории России совместного предприятия по выпуску, пригородных пассажирских электропоездов серии «Desiro RUS», рассчитанных на скорость движения





160 км/ч. В рамках договора до конца 2017 года уровень локализации производства модели должен достичь не менее 80%. На сети железных дорог уже введены в коммерческую эксплуатацию электропоезда немецкой компании.

Серия «Desiro RUS» комплектуется тормозными системами производства компании «Кнорр-Бремзе».

ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Состав Desiro RUS включает пять вагонов, два из которых моторные (головные А и В). В отношении систем управления и тормозных систем поезд является неделимой единицей.

Тормозной путь электропоезда максимальной составности с максимальной нагрузкой при экстренном торможении на прямом горизонтальном участке с применением только фрикционного тормоза должен быть не более указанного в таблице 1.

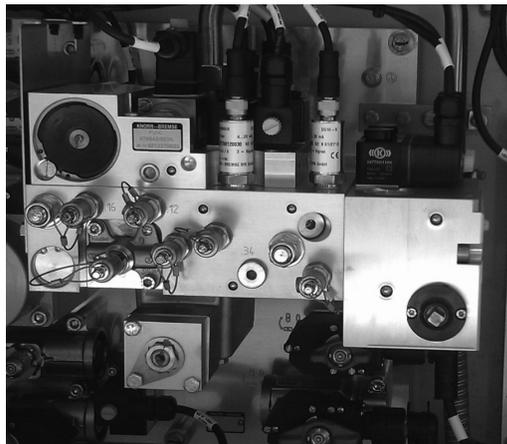


Рис. 3. EP – Compact на электропоезде Desiro RUS

Таблица 1

Длина тормозного пути

Скорость начала торможения, км/час	Тормозной путь, м
140	не более 980
160	не более 1295

Функции управления тормозами объединяются в каждом вагоне главным образом в контейнере тормозного оборудования, который устанавливается в подвагонном пространстве.

Основные функции контейнера тормозного оборудования:

1. Электронная обработка всех сигналов торможения.
2. Управление противоюзным устройством.
3. Создание давления в тормозном цилиндре при электропневматическом и пневматическом торможении.
4. Регулировка тормозной силы в зависимости от загрузки вагона.
5. Управление стояночным тормозом.

Пневматические элементы размещены на панели тормозного оборудования.

На принципиальной пневматической схеме контейнера тормозного оборудования (рис. 2) представлены контуры управления.

Электропоезд оборудован автоматическими тормозами с различным способом управления:

1. Электродинамический тормоз.
2. Электропневматический тормоз прямодействующего типа.
3. Пневматический тормоз автоматического типа.

Задающим устройством управления служит единый контроллер тяги-торможения

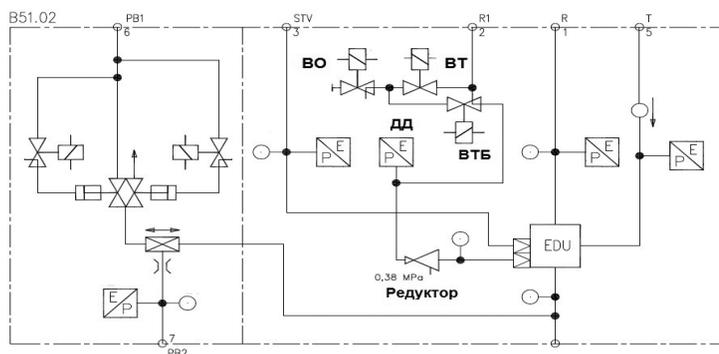


Рис. 4. Пневматическая схема EP – Compact.

Характеристики воздухораспределителя KETdSo

Характеристика	Показатель
Скорость тормозной волны	не менее 285, м/с
Нечувствительность	0,5 бар за 50 с
Чувствительность	0,6 бар за 6 с
Время торможения (до 95% макс. давления управления)	3–5 с
Рабочее давление	5 бар
Максимальное рабочее давление	6 бар
Время отпуска тормозов (от 3,8 до 0,4 бар давления Cv)	7–10 с
Снижение давления L при полном торможении	1,5 ± 0,1 бар
Объем камеры управления Cv (бар)	1,0 л
Объем камеры управления A	4 л
Время заполнения камеры управления A от 0 до 4,8 бар	160–200 с

ния, расположенный на пульте машиниста. Для пневматического варианта предусмотрен отдельный контроллер управления тормозной магистрали.

В качестве основного тормоза применяется электродинамический (реостатный и рекуперативный) и/или электропневматический прямодействующего типа, но приоритет отдается все же первому. Электродинамический тормоз позволяет минимизировать износ фрикционных накладок. Электропневматическое фрикционное торможение выступает основным элементом системы управления поездом, представляя собой конструкцию EP Compact (Рис. 1) в сочетании с электронным блоком Electronic System for Railway Application (электронная система для применения на железнодорожном транспорте). Программное обеспечение ESRW обрабатывает все сигналы торможения, в то время как EP-Compact реализует задания программного обеспечения системы торможения и создает давление в тормозных цилиндрах для фрикционного тормоза.

Электропневматический тормоз предусматривает одновременность срабатывания тормозов во всем поезде, при этом обладает высокой управляемостью и способностью управления тормозными процессами с помощью микропроцессорной системы. Функция осуществляется без разрядки тормозной магистрали, что имеет и свой экономический эффект.

На пневматической схеме электропневматическое управление представлено в виде двух электромагнитных вентилях ВО (вентиль отпуска) и ВТ

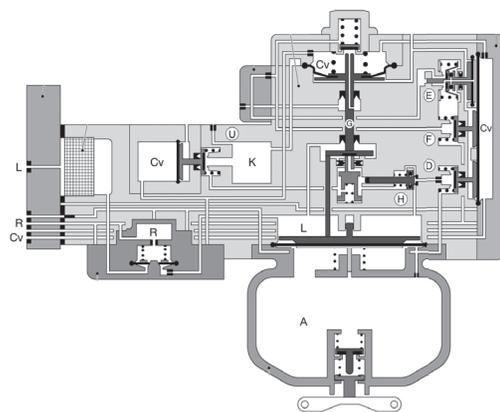


Рис. 5. Схема воздухораспределителя KETdSo.

(вентиль тормоза). При этом ВО является нормально открытым, а ВТ – нормально закрытым. Экстренное торможение осуществляется посредством срабатывания электромагнитного клапана ВТБ вследствие разрыва петли экстренного торможения в обход электромагнитных ВО и ВТ. Датчик давления используется электронным блоком тормозной системы для корректировки управляющего давления Cv.

Электропневматические вентили ВО и ВТ по сигналу с электронного блока управляют бесступенчатым повышением или понижением предварительного управляющего давления Cv. Заданное давление поступает универсальному преобразователю давления (EDU), где преобразуется с корректировкой загрузки и увеличением мощности в давление, поступающее в тормозной цилиндр (ТЦ).

В случае экстренного торможения снимается напряжение с электромагнитного





Рис. 6. Пневматическое подвешивание на электропоезде «Desiro RUS».

клапана вентиля тормоза безопасности (ВТБ), блокируется пневматический сигнал с ВО и ВТ и открывается воздушный канал к редуктору ограничения давления, тем самым обеспечивается максимальное предварительное управляющее давление напрямую.

Так как давление подачи воздухопровода питательной магистрали (ПМ), подводимое от магнитного клапана экстренного торможения, по причине своего высокого значения не может использоваться в качестве давления S_v , то требуется его ограничить. Для этого включается редуктор ограничения управляющего давления S_v . Он устанавливается на предельно допустимое значение давления управления S_v , равное 0,38 МПа.

Пневматический автоматический тормоз выполняет роль резервного. Воздухораспределитель КЕ (KETdSo-модификация) управляет наполнением и выпуском предварительного управляющего давления в зависимости от регулируемого давления в тормозной магистрали, при этом КЕ контролирует давление в магистрали воздуха от воздухораспределителя до точки подключения к EP-Comprat.

Воздухораспределитель разработан по принципу модульной конструкции, что позволяет компоновать его главную часть путем монтажа соответствующих элементов.

Предварительное управляющее давление (S_v) как электропневматического, так и пневматического тормоза корректируется в зависимости от загрузки.

РЕГУЛИРОВКА ТОРМОЗНОЙ СИЛЫ

Движения без юза можно достичь путем ограничения максимальной тормозной силы до уровня, позволяющего реализовать минимальное значение коэффициента сцепления колес с рельсами. Для скоростного движения поездов такое решение приведет к значительному удлинению тормозного пути. Эффективность действия тормозов в этом случае обеспечивается с помощью пневматического авторежима в зависимости от величины загрузки вагона и противоюзной системы.

Необходимость применения пневматического авторежима появляется с ростом скорости движения поездов, у которых имеется неравномерность в загрузке вагонов. Авторежим позволяет выдерживать одинаковую величину удельной силы нажатия колодок, что влияет на продольную динамику поезда при торможении.

Применением пневматического подвешивания (рис. 6) с системой стабилизации положения кузова в центральной ступени устройства облегчается регулировка силы нажатия через пневматический авторежим с возможностью аварийного движения при отсутствии давления в пневматическом подвешивании со скоростью не менее 120 км/ч. Система стабилизации учитывает перемещение кузова относительно тележки

Таблица 3

Значение тормозного давления при экстренном пневматическом торможении

Вагон	Загрузка		Давление в ТЦ МПа	Давление в пневморессоре (МПа)
А и В	Пустой	57,6	0,328	0,383
	Загрузка	68,4	0,377	0,489
	Перегрузка	75,4	0,381	0,558
С и Е	Пустой	53,3	0,265	0,387
	Загрузка	65,7	0,315	0,511
	Перегрузка	73,1	0,344	0,584
D и F	Пустой	46,0	0,236	0,311
	Загрузка	58,5	0,285	0,436
	Перегрузка	65,9	0,315	0,509

в вертикальном положении и постоянно поддерживает уровень на одинаковой высоте и вне зависимости от загрузки вагона.

Давление загрузки регистрируется в каждом вагоне в пневматических рессорах обеих тележек. При помощи специального клапана выводится среднее значение из двух возможных. Оно используется в качестве входного сигнала для корректировки загрузки. На электропоезде функцию пневматического авторежима выполняет импульсный преобразователь давления (EDU).

В результате применения пневматического авторежима можно с достаточной степенью вероятности повысить эффективность действия тормозов подвижного состава. Однако возможный уровень повышения ограничивается силой сцепления колеса с рельсом.

На каждом вагоне установлен блок системы противоюзной защиты, предотвращающий скольжение колеса. Устройство производит поосный контроль скольжения и регулирует тормозную силу за счет частичного выпуска воздуха из тормозных цилиндров колесной пары с последующим восстановлением давления. В режиме комбинированного торможения противоюзная система должна управлять как пневматическим, так и электродинамическим тормозом.

Система противоюзной защиты улучшает сцепление колес с рельсами, обеспечивая

их вращение на границе нарушения сцепления колеса с рельсом, тем самым достигается минимально возможное приращение тормозного пути по сравнению с ситуацией при заклинивании колесных пар.

Управление тормозной системой предназначено быть микропроцессорным. Обмен между электронными элементами тормозной системы интегрирован в поездную коммуникационную сеть. Тормозное оборудование на электропоезде снабжено автоматической системой диагностики с контрольно-измерительными приборами.

Особое внимание уделяется условиям обслуживания и модульности тормозных компонентов. Все конструктивные элементы (механические, электрические, пневматические) проектируются с максимальным использованием модульного принципа. Модули управления размещаются на тормозных панелях в защищенном контейнере тормозного оборудования, смонтированном в подкузовном пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циглер В., Манглер Р. Desiro RUS – перспективный пригородный электропоезд // Железные дороги мира. – 2012. – № 4. – С.44.
2. Медков А. А. Развитие пригородных железнодорожных перевозок в России. – М.: Институт проблем рынка РАН, 2008..
3. Feckl M., Strohmmer C. Systembeschreibung Desiro RUS TA35452/30 Rev. 02 – de// 2011. /seite 119 (Описание).

NEW REQUIREMENTS CONCERNING MOTOR ROLLING STOCK

Mordovin, Evgeny A. – field service engineer of LLC Knorr-Bremse Systems for Rail Vehicles, Moscow, Russia.

Strategy of development of JSC Russian Railways and the growth in commuter passenger traffic put forward new technical requirements for electric trains. In conformity with those requirements Siemens has engineered a model of commuter electric train «Lastochka» (Swallow) with the outlook for further

localization of its manufacturing in Russia. Motor rolling stock received modern braking system which is highly efficient and engineered for velocity up to 160 km / h. The article describes in details operation and design features of braking devices and its control units.

Keywords: railway, motorized rolling stock, electric train Lastochka, efficacy of braking, technical requirements.

REFERENCES

1. Zigler W., Mangler R. Desiro RUS – promising commuter train [Desiro RUS – perspektivnyi prigorodnyi poezd]. Zheleznye dorogi mira, 2012, № 4, p.44.
2. Medkov A. A. Development of commuter rail traffic in Russia [Razvitie prigorodnykh zheleznodorozhnykh перевозок v Rossii]. Moscow, Institut problem rynka RAN [Institute of market problems of Russian Academy of Sciences], 2008.
3. Feckl M., Strohmmer C. Systembeschreibung Desiro RUS TA35452/30 Rev. 02 – de// 2011. /seite 119.

Координаты автора (contact information): Мордовин Е. А. (Mordovin E. A.) – Mordovin.evgenii@gmail.com.

Статья поступила в редакцию / article received 5.07.2013.
Принята к публикации / article accepted 11.09.2013.

