

Инновационная тормозная система скоростной 80-футовой платформы

В. А. НИКОНОВ¹, В. Ф. ЗУБКОВ¹, М. Н. ЦИБИЗОВ¹, И. В. НАЗАРОВ², Д. В. ГОРСКИЙ²

¹ Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКИ»), Коломна, 140402, Россия

² Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются технические решения по созданию эффективной конструкции тормозной системы для скоростных длиннобазных платформ, предназначенных для перевозки контейнеров, а также по разработке принципиально нового тормозного оборудования для пневматической, электропневматической и механической части тормозной системы. Тормозное оборудование модульного типа для пневматической и электропневматической части тормозной системы скоростной платформы, компактно размещенное под рамой платформы, обеспечивает техническую совместимость при управлении тормозами платформ в составе не только скоростного грузового поезда постоянного формирования, но и в поездах другого назначения вне зависимости от места расположения платформы в составе поезда. Работоспособность тормозного оборудования каждой платформы в движении и на стоянке контролируется при помощи датчиков давления и электронного блока, обрабатывающего показания датчиков и передающего информацию на локомотив по одной из проводных линий электропневматического тормоза. Тормозная рычажная передача, примененная на скоростной платформе, скомпонована в конструкции трехосных тележек и обеспечивает двустороннее нажатие на колеса типовыми композиционными тормозными колодками, автоматическое регулирование и поддержание нормативных зазоров между тормозными колодками и колесами. Предложенные перспективные технические решения позволяют непрерывно диагностировать параметры тормозов каждой платформы в составе поезда постоянного формирования, отображать их на мониторе локомотива и передавать в диспетчерские центры инфраструктуры ОАО «РЖД». Благодаря этому может быть повышена тормозная эффективность и обеспечена безопасность движения поездов при одновременном увеличении допустимых скоростей движения. В современной концепции цифровизации инфраструктуры ОАО «РЖД», предусматривающей создание в 2021–2025 г. (и на перспективу до 2030 г.) вагонов, в которых должны применяться интеллектуальные технологии, тормозная система скоростной платформы может рассматриваться как основа для создания поезда с цифровым управлением — одного из ключевых элементов цифровой железной дороги.

Ключевые слова: скоростная длиннобазная железнодорожная платформа; трехосная тележка; управление пневматическим и электропневматическим тормозом; диагностика тормозной системы; тормозная рычажная передача

Введение. В Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» до 2025 г. [1] определено увеличение

доли контейнерного грузооборота, в связи с чем ожидаются изменения в структуре парка вагонов — увеличение доли специализированных платформ для перевозки контейнеров.

Вместе с тем одной из основных задач, стоящих перед ОАО «РЖД», является сокращение эксплуатационных расходов, связанных с движением грузовых поездов, поэтому переход к вагонам нового поколения, в частности к специализированным платформам для перевозки контейнеров, предусматривает улучшение их потребительских свойств и технико-экономических параметров.

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. [2], предусматривающей создание и обновление подвижного состава, соответствующего уровню инновационного технологического развития инфраструктуры, был разработан опытный образец скоростной 80-футовой длиннобазной платформы модели 13-6704 (рис. 1) для эксплуатации в составе грузового поезда постоянного формирования длиной 1050 м с максимальными эксплуатационными скоростями движения до 140 км/ч для нагрузок на ось до 20 тс и до 160 км/ч для нагрузок на ось до 18 тс.

Скоростная платформа пригодна без ограничений для эксплуатации в порожнем и груженом состоянии как в составе контейнерных поездов с платформами аналогичной конструкции (поездах постоянного формирования), так и в составе смешанных грузовых поездов и рассчитана на перевозку крупнотоннажных контейнеров типоразмеров по [3, 4]: 1EEE, 1EE — 45 футов; 1AAA, 1AA, 1A, 1AX — 40 футов; 1C, 1CC, 1CX — 20 футов.

Длина скоростной платформы (26,3 м по осям автосцепок) определена исходя из стандарта размеров перевозимых контейнеров, которые установлены правилами морского регистра судоходства, и при соблюдении условия нерасцепляемости скоростной длиннобазной платформы при прохождении кривых малого радиуса.

Масса брутто скоростной платформы (при массе тары 45 т) с максимальными массами перевозимых

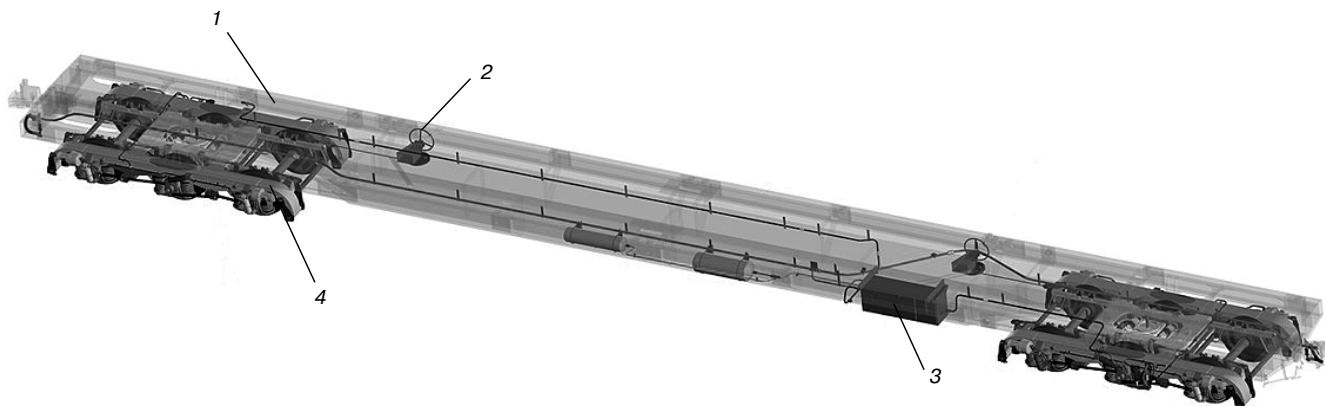


Рис. 1. Скоростная 80-футовая платформа модели 13-6704:

1 — рама платформы; 2 — привод стояночного тормоза; 3 — блок тормозного оборудования БТО 111; 4 — тележка трехосная

Fig. 1. High-speed 80-foot platform model 13-6704:

1 — platform frame; 2 — parking brake drive; 3 — block of brake equipment BTO 111; 4 — three-axle bogie

контейнеров составляет 120 т для допускаемой скорости движения 140 км/ч и 108 т для допускаемой скорости движения 160 км/ч. При этом необходимость ограничения нагрузки от колесной пары на рельсы в зависимости от значения максимально допускаемой скорости обусловила применение шестиосного экипажа [5].

Эксплуатационная эффективность скоростной платформы. Основными техническими факторами, определяющими эксплуатационную эффективность скоростной платформы, являются использование в конструкции платформы новых трехосных тележек с люлечным подвешиванием рамы платформы (рис. 2), оборудованных механизмом радиальной установки колесных пар и усовершенствованной системой рессорного подвешивания, а также применение инновационной тормозной системы, обеспечивающей

безопасную эксплуатацию при управлении торможением и отпуском при одновременном увеличении допустимых скоростей движения.

Тормозная система. Решение актуальной задачи по созданию эффективной системы тормозов для скоростных длиннобазных контейнерных платформ неразрывно связано с разработкой принципиально нового тормозного оборудования для пневматической и электропневматической части тормозной системы грузовых вагонов, поскольку существующие типовые тормозные приборы, которыми оборудуется грузовой подвижной состав, не обеспечивают нормативное торможение со скорости 140...160 км/ч [6].

Тормозная система для скоростной платформы разработана с применением только отечественного оборудования, включает в себя автоматический пневматический тормоз, электропневматический тормоз, стояночный тормоз с ручным приводом, воздействующим на тормозную рычажную передачу, расположенную в конструкции тележек, и обеспечивает требуемую тормозную эффективность по ГОСТ 34434–2018 [5] при соответствующей загрузке и скорости движения.

В ходе разработки тормозной системы скоростной платформы учтены и устранены недостатки, присущие типовому тормозному оборудованию ввиду его объективного (по сроку давности) несоответствия современным требованиям к перспективному технологическому развитию инфраструктуры, связанному со скоростным грузовым движением. В частности, новое тормозное оборудование модульного (блочного) типа для пневматической и электропневматической части тормозной системы скоростной платформы — блок тормозного оборудования БТО 111 (рис. 3), разработанное АО «МТЗ Трансмаш», наделено новыми качествами, обеспечивающими техническую совме-

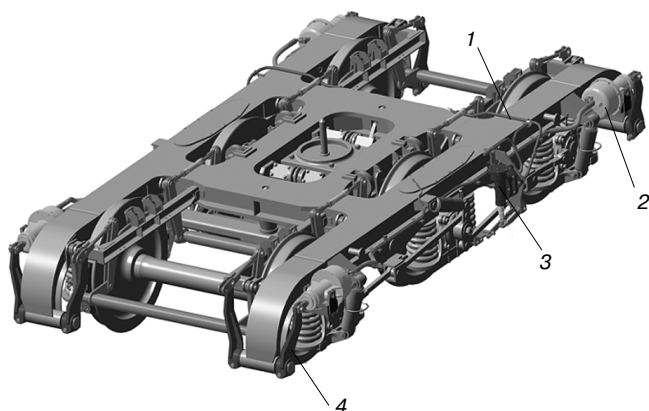


Рис. 2. Тележка трехосная:

1 — трубопровод тормозных цилиндров; 2 — тормозной цилиндр; 3 — авторежим; 4 — тормозная рычажная передача

Fig. 2. Three-axle bogie:

1 — brake cylinder pipeline; 2 — brake cylinder; 3 — auto mode; 4 — brake rigging

стимость скоростных платформ в составе не только грузового поезда постоянного формирования, но и в поездах другого назначения, включая пассажирские, вне зависимости от места их расположения в составе [7].

БТО 111 разработан с применением серийно выпускаемых сертифицированных тормозных приборов (главная и магистральная части типового воздухо-распределителя ВР 483А-01), но имеет новую схему действия автоматического пневматического тормоза с применением ускорителя экстренного торможения и релейного потележечного торможения.

Электропневматический тормоз, интегрированный в блок, тоже наделен новыми качествами, основные из которых — стандартность действия по темпу наполнения, величине давления в тормозных цилиндрах и независимость величины выходного давления сжатого воздуха электровоздухораспределителя (ЭВР) от объема запасного резервуара.

Функционал БТО 111 обеспечивает два режима торможения: грузовой (для эксплуатации в составе грузовых поездов) и скоростной грузо-пассажирский (для эксплуатации в поездах постоянного формирования и короткопассажирских поездах (до 20 вагонов)). Режимы отпуска тормозов — равнинный и горный.

Основными преимуществами нового тормозного оборудования являются высокое качество управления (стабильность временных показателей тормозных процессов, обеспечение технической совместимости в составе поезда с ВР грузового и пассажирского типа) и бесконфликтная работа автоматического пневматического и электропневматического тормозов при торможении и отпуске, заключающаяся в отсутствии эффекта «наложения» автоматического пневматического тормоза с ВР грузового типа при электропневматическом торможении за счет новой схемы взаимодействия пневматического и электропневматического тормозов, что особенно необходимо для эффективности регулировочных торможений при вождении скоростных грузовых поездов, управление которыми требует сравнительно частой смены режима торможения на режим тяги и наоборот.

Кроме того, при скоростном режиме движения (режим включения БТО 111 — скоростной грузо-пассажирский) пневматическое торможение производится с ускоренными темпами по наполнению и отпуску тормозных цилиндров и с меньшим временем на подготовку тормозов к действию, что является преимуществом и по свойствам приближает его к электропневматическому.

Основные качественные показатели тормозной системы платформы, которые обеспечиваются новым тормозным оборудованием [8]:

- увеличение скорости распространения тормозной волны на 10 % при пневматическом управлении

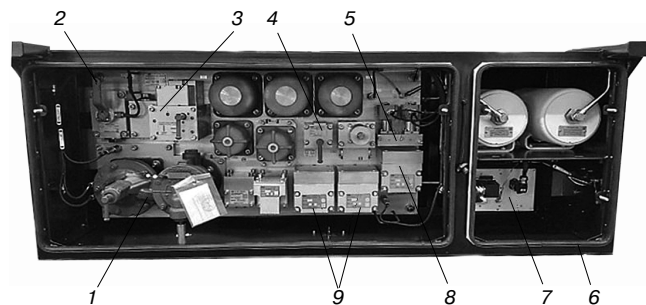


Рис. 3. Тормозное оборудование модульного типа БТО 111:
1 — ВР 483А-01; 2 — кран тормозной магистрали; 3 — ускоритель экстренного торможения; 4 — переключатель режимов; 5 — электропневматический тормоз; 6 — кожух защитный; 7 — блок электронный; 8 — ограничитель давления; 9 — реле давления

Fig. 3. Braking equipment of modular type BTO 111:
1 — air distributor 483A-01; 2 — brake line valve; 3 — emergency braking accelerator; 4 — mode switch; 5 — electro-pneumatic brake; 6 — protective casing; 7 — electronic block; 8 — pressure limiter; 9 — pressure switch

тормозом за счет применения ускорителя экстренного торможения;

- снижение времени отпуска на режиме «скоростной грузо-пассажирский» до 9...12 с;

- повышенная чувствительность и точность выходных параметров пневматического (ПТ) и электропневматического (ЭПТ) тормозов с применением ограничителей давления. При этом получены следующие характеристики: время наполнения тормозных цилиндров (ТЦ) при действии ЭПТ — $(3 \pm 0,5)$ с, при действии ПТ — (6 ± 1) с (для сравнения у ВР типового ряда 483 — 7...15 с); время отпуска ТЦ при действии ЭПТ $(4 \pm 0,5)$ с, при действии ПТ — 9...12 с (ВР 483 — не более 60 с); давление в ТЦ при полном служебном торможении — 0,40...0,43 МПа (ВР 483 — 0,39...0,44 МПа);

- независимость времени наполнения и отпуска тормоза от объемов и величин выхода штока ТЦ и объема подводящих трубопроводов за счет применения реле давлений (повторителей), питательные клапаны которых подключены непосредственно к запасным резервуарам;

- снижение в 2 раза энергопотребления ЭВР, интегрированного в БТО 111, в сравнении с типовым ЭВР 305, что позволяет формировать состав контейнерного поезда при эксплуатации с локомотивами, оборудованными для управления ЭПТ, до 42 платформ;

- диагностика работы тормозного оборудования каждой платформы в движении и на стоянке при помощи датчиков давления, расположенных на каждом БТО 111, и электронного блока, обрабатывающего показания датчиков и передающего информацию на локомотив по одной из проводных линий ЭПТ;

- высокая защищенность тормозного оборудования от воздействия окружающей среды и элементов инфраструктуры за счет применения защитного кожуха со степенью защиты IP54;

- компоновка тормозного оборудования в виде съемного модуля, позволяющая компактно размещать его в ограниченном пространстве под рамой платформы (является актуальным в перспективных разработках для концепции модульного размещения вспомогательного оборудования, которое может быть востребовано для перевозочного процесса, например систем автономного электроснабжения и телематики).

ЭПТ состава скоростных платформ рассматривается как основной для скоростного движения (пневматический — резервный и тормоз безопасности) и играет ключевую роль в повышении безопасности управления движением и контроле продольных сил в поезде, поскольку позволяет полностью избавиться от зависимости продольных реакций в поезде от скорости тормозной волны и снизить неравномерность удельных тормозных сил скоростных платформ как по величине, так и по времени действия.

Преимущества ЭПТ общеизвестны [9] и в полной мере относятся к поездам, сформированным из скоростных платформ. Это прежде всего:

- высокая управляемость в регулировании скорости движения поезда при помощи синхронно действующего ступенчатого торможения и ступенчатого отпуска;

- значительное снижение уровня продольных сил в поезде в результате сокращения времени процессов торможения и отпуска;

- сокращение длины тормозных путей при торможении грузового поезда по сравнению с пневматическим торможением на 15...20 % и возможность повышения максимальной эксплуатационной скорости до 10 %;

- неистощимость тормозов на крутых и затяжных спусках;

- автоматический контроль целостности поезда, отсутствующий при ПТ.

Диагностика состояния тормозной системы. Впервые в тормозное оборудование для грузового подвижного состава, сочетающее ПТ и ЭПТ, интегрированы так называемые перспективные решения, направленные на обеспечение возможно более полного контроля параметров состояния тормозной системы, дающие реальную возможность непрерывного контроля технического состояния тормозов грузового поезда в целом и каждого отдельного вагона с одновременной оценкой безопасной работы в текущем времени для принятия своевременных профилактических мер. Это должно повысить уровень безопасной эксплуатации поездов при скоростном движении с учетом существующего требования увеличения периодов между контрольными проверками

технического состояния грузовых вагонов на пункте технического обслуживания.

Данные датчиков давления, установленных в БТО 111 на каждой платформе, обработанные собственным электронным блоком, передаются в цифровой форме по однопроводной линии ЭПТ на преобразующий (приемоуправляющий) блок И.200.10, дополнительно установленный на локомотиве и связанный с его микропроцессорной системой управления. Сбор и обработка данных выполняются по протоколу обмена ИСКРА.200.

В качестве информационного канала между скоростными платформами и локомотивом, оборудованным системой управления ЭПТ, для непрерывной передачи данных проверки и контроля функционирования тормоза в режиме реального времени применяется штатная проводная система, размещенная в кондуите, который проложен параллельно трубопроводу тормозной магистрали. Проводная система предназначена для электропитания и управления ЭВР и одновременно используется в качестве двунаправленного информационного канала цифровой связи.

Информация о состоянии тормозной системы каждой платформы и в целом поезда при его движении будет непрерывно поступать на дисплей пульта управления локомотивом, тогда как в настоящее время состояние тормозов при движении поезда оценивается только косвенно, а полноценная информация о состоянии тормозов доступна только при текущих физических осмотрах (опробованиях тормозов), проводимых на стоянке.

Основные параметры тормозной системы грузового подвижного состава, полученные и обработанные на основе непрерывной диагностики и отражаемые на дисплее локомотива с возможностью передачи в диспетчерские центры инфраструктуры ОАО «РЖД», следующие:

- величина давления сжатого воздуха в тормозной магистрали, ТЦ и запасном резервуаре каждой платформы;

- образование ледяной пробки в тормозной магистрали с определением ее координаты в поезде;

- состояние положения разобщительного крана на отводе от тормозной магистрали с указанием его координаты в поезде;

- количество платформ в поезде и диагностика предотказного состояния ВР конкретной платформы;

- совместимость информационного цифрового канала передачи данных с программным обеспечением локомотива и инфраструктуры.

Между платформами и локомотивом канал цифровой связи осуществляется с помощью типового соединительного рукава с электроконтактом 369А и дублируется повышающей его надежность дополнительной проводной системой со штепсельным разъемом (рис. 4).

Механическая часть тормозной системы. При создании тормозной системы скоростной платформы большое внимание уделено инновациям в механической части, поскольку анализ конструкций тормозных рычажных передач эксплуатируемых трехосных тележек с последовательной передачей усилия от одного ТЦ показывает, что существенным их недостатком является неравномерный наклон вертикальных рычагов, последовательно соединенных тягами, при прижатии тормозных колодок к колесам, увеличивающийся по мере износа колодок. При этом снижаются силы нажатия колодок на средней и особенно на дальней от ТЦ колесной паре. Такая система, несмотря на наличие авторегулятора, требует дополнительных ручных регулировок звеньев тормозной рычажной передачи [10] в эксплуатации, что повышает трудоемкость для персонала и может снизить уровень безопасной эксплуатации из-за вероятности несвоевременного выявления необходимости регулирования.

Существует ряд теоретических, не реализованных в практике решений [11–14], позволяющих снизить влияние на неравномерный наклон вертикальных рычагов при последовательной передаче усилия. Они основаны на параллельной передаче усилия от ТЦ на вертикальный рычаг первой колесной пары и на вертикальный рычаг третьей колесной пары с помощью дополнительных тяг и рычагов. Однако ввиду того, что в указанных технических решениях применены дополнительные детали и узлы тормозной рычажной передачи, это приводит к увеличению ее массы и сложности, а соответственно, к снижению надежности, коэффициента полезного действия и эффективности действия тормоза.

Недостатки тормозных рычажных передач, связанные с последовательной передачей усилия, могут быть также устранены размещением на тележке исполнительного механизма с поосным торможением [10].

Тормозная рычажная передача (рис. 5), примененная на тележке для скоростной платформы, полностью располагается в ее конструкции и обеспечивает

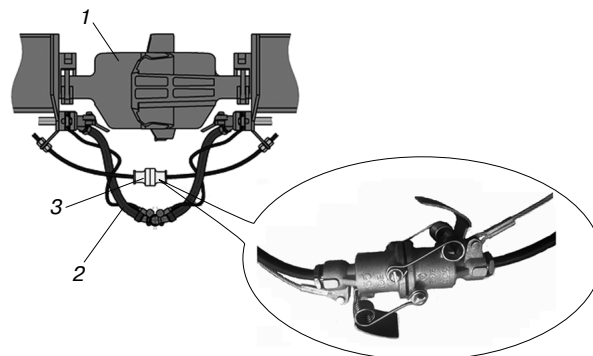


Рис. 4. Межвагонное соединение:

1 — автосцепка; 2 — соединительный рукав с электроконтактом;
3 — проводная система со штепсельным разъемом

Fig. 4. Inter-car connection:

1 — automatic coupler; 2 — connecting sleeve with electrical contact;
3 — wire system with plug connector

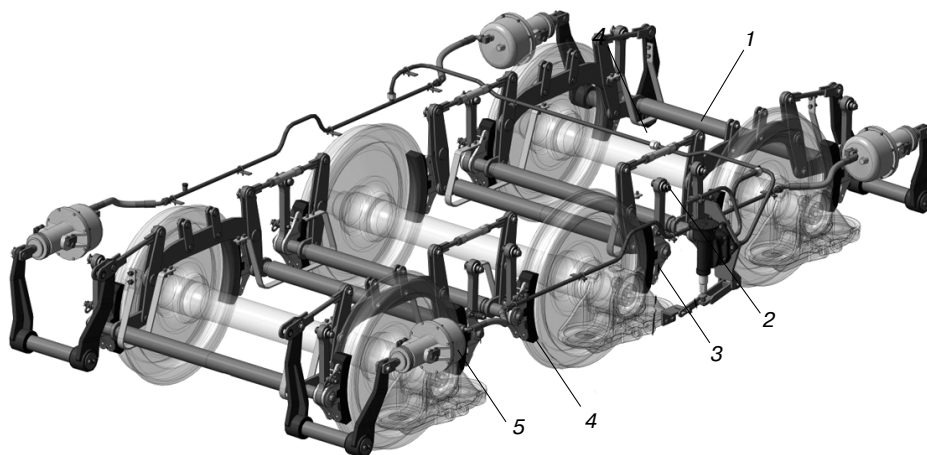
двустороннее нажатие на колеса типовыми композиционными тормозными колодками, автоматическое регулирование и поддержание нормативных зазоров между тормозными колодками и колесами [15].

Для исключения недостатков, связанных с последовательной передачей усилия от одного ТЦ, в тележке применены четыре одинаковых независимых механизма, размещенных по два на боковых сторонах рамы тележки. Каждый из механизмов выполняет передачу усилия от индивидуального ТЦ со встроенным регулятором выхода штока на три тормозные колодки, две из которых воздействуют на противоположные стороны колеса крайней колесной пары, а третья тормозная колодка — на ближнюю сторону колеса средней колесной пары.

Тормозные колодки установлены на поворотных башмаках, попарно закрепленных на концах поперечных траверс, расположенных на подвесках к раме тележки с каждой из сторон колес колесных пар и препятствующих сползанию колодок с поверхности катания колеса при торможениях.

Рис. 5. Тормозная рычажная передача:
1 — поперечная траверса;
2 — подвеска башмака;
3 — поворотный башмак;
4 — тормозная колодка;
5 — ТЦ

Fig. 5. Brake rigging:
1 — transverse traverse;
2 — shoe suspension;
3 — swivel shoe;
4 — brake shoe;
5 — brake cylinder



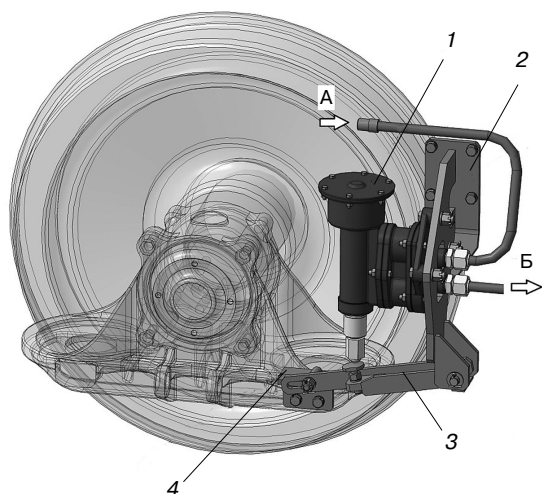


Рис. 6. Авторежим в блоке с передаточным механизмом:

1 — авторежим; 2 — кронштейн на раме тележки;
3 — передаточный механизм; 4 — опора передаточного механизма
на необрессоренной части тележки; А — от БТО 111;
Б — к ТЦ

Fig. 6. Auto mode in a block with a transmission mechanism:

1 — auto mode; 2 — bracket on the bogie frame;
3 — transmission mechanism; 4 — support of the transmission
mechanism on the unsprung part of the bogie; А — from BTO 111;
Б — to the brake cylinders

При выборе колодочного тормоза не в пользу дискового учитывались его сравнительно меньшая стоимость, освоенность в эксплуатации на инфраструктуре, отсутствие противоюзных устройств на скоростной платформе [16], а также выполнение условия неперевышения требуемой эксплуатационной мощности, приходящейся на одну композиционную колодку (70 кВт), в случае экстренного торможения платформы со скоростями 140 и 160 км/ч при соответствующих максимальных массах брутто 120 и 108 т [5].

Значительная разница между массами тары и брутто платформы, а также возможность неравномерной загрузки длиннобазной платформы по тележкам при перевозке контейнеров обуславливают необходимость потележечного регулирования величины давления в ТЦ для предотвращения юза колесных пар при торможении. Для этого в пневматической части тормозной системы применен авторежим, смонтированный в блоке с передаточным механизмом (рис. 6) между обрессоренной и необрессоренной частью каждой тележки, обеспечивающим соответствие перемещения упора авторежима статическому прогибу рессорного подвешивания тележки во всем возможном диапазоне загрузки платформы.

Таким образом, тормозная система для скоростной 80-футовой платформы модели 13-6704 базируется на применении инновационного тормозного оборудования модульного типа, выполняющего функции

ПТ и ЭПТ с диагностикой параметров, и тормозной рычажной передачи с двусторонним нажатием тормозных колодок, полностью, включая ТЦ, расположенной в конструкции трехосных тележек.

Следует подчеркнуть, что реализованные в тормозной системе скоростной платформы перспективные технические решения основаны на отдельной схеме потележечного торможения, позволяющей эффективно распределить тормозные силы для безюзового торможения независимо от динамики платформы и повысить тормозную эффективность за счет реализации тормозного эффекта в зависимости от нагрузки каждой тележки.

Заключение. На основе анализа существующих тормозных систем длиннобазных вагонов разработана конструкция тормозной системы скоростной 80-футовой платформы модели 13-6704, включающая инновационное тормозное оборудование модульного типа, которое выполняет функции ПТ и ЭПТ с диагностикой параметров тормозной системы, и тормозную рычажную передачу, расположенную в конструкции трехосных тележек, с независимым потележечным торможением.

Новые качества пневматического и электропневматического тормозного оборудования, примененного на скоростной платформе и адаптированного для электронного цифрового управления с непрерывным контролем состояния тормозов для оценки безопасной работы в реальном времени, направлены на своевременное принятие профилактических мер по техническому обслуживанию, уменьшению времени проверки тормозов (вплоть до замены в отдельных случаях полного опробования тормозов сокращенным), что позволит технически обоснованно увеличить пропускную способность на инфраструктуре без снижения уровня безопасной эксплуатации.

Цифровизация платформы на базе инновационного тормозного оборудования является новым шагом в развитии отечественного грузового вагоностроения. Имеющиеся стандарты, в частности ГОСТ 32884–2014 «Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава. Термины и определения», не затрагивают скоростных вагонов-платформ и требуют корректировки. Кроме того, в рамках современной концепции цифровизации инфраструктуры ОАО «РЖД» с целью обеспечения работоспособности систем различных производителей в составе одного поезда требуется разработка нормативной документации в части требований к системам телеметрии и диагностики грузового подвижного состава, оборудованного тормозными системами с электронным управлением и бортовой телеметрией.

Необходимо отметить также, что в концепции цифровизации инфраструктуры ОАО «РЖД» тормозная система скоростной платформы может рассматриваться как основа для создания поезда с цифровым управлением — ключевого элемента цифровой

железнодорожной с перспективой внедрения интеллектуальной системы управления, обеспечивающей интервальное регулирование движения и переход к беспилотному управлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 г. № 466-п. URL: <http://static.government.ru/media/files/zcAMxApAgyO7PnJ42aXtXAgA2RXSVoKu.pdf> (дата обращения: 25.07.2021 г.).
2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-п. URL: <http://static.government.ru/media/files/DkdcT7dHs4fGLrhkK5lk0egvr4rA2QZi.pdf> (дата обращения: 25.07.2021 г.).
3. ГОСТ Р 53350–2009. Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса: нац. стандарт Российской Федерации: дата введения 2010-01-01. М.: Стандартинформ, 2009. 20 с.
4. ГОСТ Р 50697–94. Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 2. Контейнеры изотермические: гос. стандарт Российской Федерации: дата введения 1995-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1994. 76 с.
5. ГОСТ 34434–2018. Тормозные системы грузовых железнодорожных вагонов. Технические требования и правила расчета: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 ноября 2018 г. № 1036-ст: дата введения 2019-08-01. М.: Стандартинформ, 2018. 32 с.
6. Кадик Л. Скоростные «грузовики» впишутся в норматив [Электронный ресурс] // Гудок. 2019. 13 февраля (№ 24). URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1453227> (дата обращения: 28.07.2021 г.).
7. Чув С. Г., Популковский С. А., Тагиев П. М. Тормозные системы для грузового скоростного движения с цифровым управлением // Вагоны и вагонное хозяйство. 2018. № 4. С. 35–37.
8. Блок тормозного оборудования БТО 111. Технические условия: ТУ 30.20.40-200-05756760-2020 / АО «МТЗ Трансмаш». М., 2020. 70 с.
9. Венцевич Л. Е. Обслуживание и управление тормозами в поездах. М.: УМЦ, 2013. 344 с.
10. Синицин В. В., Кобищанов В. В. Тормозные системы грузовых вагонов: проектирование и расчеты. Брянск: БГТУ, 2017. 191 с.
11. Патент № 2715875 Российская Федерация, МПК В61Н 13/20 (2006.01), В61Н 13/22 (2006.01), В61Н 13/34 (2006.01). Тормоз-

ная рычажная передача трехосной тележки рельсового транспортного средства: № 2019112619: заявл. 25.04.2019: опубл. 03.03.2020 / Зубков В. Ф. [и др.]. 11 с.

12. Патент № 198935 Российская Федерация, МПК В61Н 13/20 (2006.01), В61Н 13/34 (2006.01). Тормозная рычажная передача трехосной тележки грузового железнодорожного вагона: № 2020111742: заявл. 23.03.2020: опубл. 03.08.2020 / Самсонов А. В., Палатов Д. В., Нечаев П. М. 7 с.

13. Патент № 188058 Российская Федерация, МПК В61Н 13/20 (2006.01). Тормозная рычажная передача трехосной тележки грузового вагона: № 2019100743: заявл. 10.01.2019: опубл. 28.03.2019 / Самсонов А. В., Нечаев П. М., Чуваков М. Ф. 7 с.

14. Патент № 2121933 Российская Федерация, МПК В61Н 13/20 (2006.01). Тормозная рычажная передача трехосной тележки вагона: № 97102667/28: заявл. 24.02.1997: опубл. 20.11.1998 / Васютин Б. Н. [и др.]. 5 с.

15. Патент № 2730736 Российская Федерация, МПК В61Н 13/20 (2006.01). Тормозная рычажная передача трехосной тележки рельсового транспортного средства: № 2020106153: заявл. 10.02.2020: опубл. 25.08.2020 / Зубков В. Ф. [и др.]. 11 с.

16. Иноземцев В. А., Казаринов В. М., Ясенцев В. Ф. Автоматические тормоза. М.: Транспорт, 1981. 464 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

НИКОНОВ Валерий Алексеевич,
главный конструктор, АО «ВНИКИТ»

ЗУБКОВ Вениамин Федорович,
заведующий сектором тормозных систем подвижного состава, АО «ВНИКИТ»

ЦИБИЗОВ Максим Николаевич,
ведущий конструктор, АО «ВНИКИТ»

НАЗАРОВ Игорь Викторович,
заместитель директора научного центра «Нетягловый подвижной состав и автоматизированные системы поезда», АО «ВНИИЖТ»

ГОРСКИЙ Дмитрий Вячеславович,
технический эксперт, АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 02.08.2021 г., первая рецензия получена 10.08.2021 г., вторая рецензия получена 20.08.2021 г., принята к публикации 01.11.2021 г.

Для цитирования: Инновационная тормозная система скоростной 80-футовой платформы / В. А. Никонов [и др.] // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2021. Т. 80. № 6. С. 343–350. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-343-350>.

Innovative braking system for high-speed 80-foot platform

V. A. NIKONOV¹, V. F. ZUBKOV¹, M. N. TSIBIZOV¹, I. V. NAZAROV², D. V. GORSKIY²

¹Joint Stock Company "Research and Development Institute of Rolling Stock" (JSC "VNIKIT"), Kolomna, 140402, Russia

²Joint Stock Company Railway Research Institute (JSC "VNIIZHT"), Moscow, 129626, Russia

Abstract. The article discusses technical solutions for the creation of an effective design of a brake system for high-speed long-wheelbase platforms intended for the transport of containers, as well as for the development of a fundamentally new brake equipment for the pneumatic, electro-pneumatic and mechanical parts of the brake system. Modular braking equipment for the pneumatic

and electro-pneumatic parts of the high-speed platform braking system, compactly located under the platform frame, provides technical compatibility when controlling platform brakes as part of not only a high-speed freight train of permanent formation, but also in trains for other purposes, regardless of the location of the platform in the composition of the train. The performance of the

braking equipment of each platform in motion and in the parking lot is monitored using pressure sensors and an electronic unit that processes the readings of the sensors and transmits information to the locomotive via one of the wire lines of the electro-pneumatic brake. The brake rigging used on the high-speed platform is arranged in the design of three-axle bogies and provides double-sided pressing on the wheels with typical composite brake pads, automatic regulation and maintenance of the standard clearances between brake pads and wheels. The proposed promising technical solutions make it possible to continuously diagnose the parameters of the brakes of each platform as part of a permanent train, display them on the locomotive monitor and transmit them to the dispatch centers of the Russian Railways infrastructure. Thanks to this, the braking efficiency can be increased and the safety of train traffic can be ensured while increasing the permissible travel speeds. In the modern concept of digitalization of the infrastructure of Russian Railways, which provides for the creation in 2021–2025 (and in the future until 2030) of cars in which intelligent technologies should be applied, the braking system of a high-speed platform can be considered as the basis for creating a digitally controlled train — one of the key elements of the digital railway.

Keywords: high-speed long-wheelbase railway platform; three-axle bogie; control of pneumatic and electro-pneumatic brakes; brake system diagnostics; brake rigging

DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-343-350>

REFERENCES

1. Long-term development program of the JSC Russian Railways until 2025. Approved by order of the Government of the Russian Federation dated March 19, 2019 No. 466-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/zcAMxApAgyO7PnJ42aXtXAgA2RXS-VoKu.pdf> (retrieved on 25.07.2021) (in Russ.).
2. Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030. Approved by order of the Government of the Russian Federation of June 17, 2008 No. 877-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/DkdcT7dHs4fGLrhkK5lkOegvr-4rA2QZi.pdf> (retrieved on 25.07.2021) (in Russ.).
3. GOST R 53350–2009. Series 1 freight containers. Classification, dimensions and ratings. National standard of the Russian Federation. Moscow, Standartinform Publ., 2009, 20 p. (in Russ.).
4. GOST R 50697–94. Series 1 freight containers. Specification and testing. Part 2. Thermal containers. State standard of the Russian Federation. Moscow, Publishing house of standards, 1994, 76 p. (in Russ.).
5. GOST 34434–2018. Brake systems of freight cars. Technical requirements and calculation rules. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 1036-st dated November 27, 2018. Moscow, Standartinform Publ., 2018, 32 p. (in Russ.).
6. Kadik L. Skorostnye "gruzoviki" vpishutsya v normativ [High-speed "trucks" will fit into the standard]. Gudok, 2019, no. 24. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1453227> (retrieved on 28.07.2021).
7. Chuev S. G., Populovskiy S. A., Tagiev P. M. Tormoznye sistemy dlya gruzovogo skorostnogo dvizheniya s tsifrovym upravleniem [Brake systems for high-speed freight operation with digital control]. Vagony i vagonnoe khozaystvo, 2018, no. 4, pp. 35–37.
8. Block of brake equipment BTO 111. Specifications TU 30.20.40-200-05756760-2020. Moscow, MTZ JSC "Transmash" Publ., 2020, 70 p. (in Russ.).
9. Ventsevich L. E. Obsluzhivanie i upravlenie tormozami v poezdakh [Servicing and control of brakes in trains]. Moscow, UMTs Publ., 2013, 344 p.
10. Sinitsin V. V., Kobishchanov V. V. Tormoznye sistemy gruzovykh vagonov: proektirovaniye i raschety [Brake systems of freight cars: design and calculations]. Bryansk, BGU Publ., 2017, 191 p.
11. Zubkov V. F., Khokhulin A. M., Tsimbizon M. N., Kireeva E. N., Krylova S. B. Tormoznaya rykhazhnaya peredacha trekhosnoy telezhi rel'sovogo transportnogo sredstva [Brake rigging of a three-axle bogie of a rail vehicle]. Patent no. 2715875, Rossiyskaya Federatsiya [Russian Federation], MPK B61H 13/20 (2006.01), B61H 13/22 (2006.01), B61H 13/34 (2006.01), publ. 03.03.2020, 11 p. (in Russ.).
12. Samsonov A. V., Palatov D. V., Nechaev P. M. Tormoznaya rykhazhnaya peredacha trekhosnoy telezhi gruzovogo zheleznodorozhnogo vagona [Brake rigging of a three-axle bogie of a freight railway car]. Patent no. 198935, Rossiyskaya Federatsiya [Russian Federation], MPK B61H 13/20 (2006.01), B61H 13/34 (2006.01), publ. 03.08.2020, 7 p. (in Russ.).
13. Samsonov A. V., Nechaev P. M., Chuvakov M. F. Tormoznaya rykhazhnaya peredacha trekhosnoy telezhi gruzovogo vagona [Brake rigging of a three-axle bogie of a freight car]. Patent no. 188058, Rossiyskaya Federatsiya [Russian Federation], MPK B61H 13/20 (2006.01), publ. 28.03.2019, 7 p. (in Russ.).
14. Vasyutin B. N., Dyadishchev V. A., Man'ko B. N., Panasenkov V. I., Stepanov O. K. Tormoznaya rykhazhnaya peredacha trekhosnoy telezhi vagona [Brake rigging of a three-axle carriage bogie]. Patent no. 2121933, Rossiyskaya Federatsiya [Russian Federation], MPK B61H 13/20 (2006.01), publ. 20.11.1998, 5 p. (in Russ.).
15. Zubkov V. F., Khokhulin A. M., Tsimbizon M. N., Kireeva E. N., Fonin V. A. Tormoznaya rykhazhnaya peredacha trekhosnoy telezhi rel'sovogo transportnogo sredstva [Brake rigging of a three-axle bogie of a rail vehicle]. Patent no. 2730736, Rossiyskaya Federatsiya [Russian Federation], MPK V61N 13/20 (2006.01), publ. 25.08.2020, 11 p. (in Russ.).
16. Inozemtsev V. A., Kazarinov V. M., Yasentsev V. F. Avtomaticheskie tormoza [Automatic brakes]. Moscow, Transport Publ., 1981, 464 p.

ABOUT THE AUTHORS

Valeriy A. NIKONOV,

Chief Structural Engineer, JSC "VNIKI"

Veniamin F. ZUBKOV,

Head of the Sector of rolling stock brake systems, JSC "VNIKI"

Maksim N. TSIBIZOV,

Leading Structural Engineer, JSC "VNIKI"

Igor' V. NAZAROV,

Deputy Director of the Scientific Center "Non-traction rolling stock and automated train systems", JSC "VNIIZHT"

Dmitriy V. GORSKIY,

Technical Expert, JSC "VNIIZHT"

Received 02.08.2021

First review received 10.08.2021

Second review received 20.08.2021

Accepted 01.11.2021

■ E-mail: zubkov-vf@vnikti.com (V. F. Zubkov)

For citation: Nikonov V. A., Zubkov V. F., Tsimbizon M. N., Nazarov I. V., Gorskiy D. V. Innovative braking system for high-speed 80-foot platform // Russian Railway Science. 2021. 80 (6): 343–350 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-343-350>.