

В. И. ПРИХОДЬКО, Б. А. КОРОБКА, О. А. ШКАБРОВ, Г. С. ИГНАТОВ,
Я. М. СТЕРИНЗАТ (ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»)

РЕШЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ ПРОБЛЕМ НА СКОРОСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ ПОВЫШЕННОЙ КОМФОРТНОСТИ

Наведено переваги технічного рішення гальмівної системи на швидкісних пасажирських вагонах. Отримані експериментальні характеристики показали, що нові гальма можуть експлуатуватися в пасажирських поїздах без необхідності використання яких-небудь спеціальних методів керування поїздами.

Описываются преимущества технического решения тормозной системы на скоростных пассажирских вагонах. Полученные экспериментальные характеристики показали, что новый тормоз может эксплуатироваться в пассажирских составах без необходимости применения каких-либо специальных методов управления поездами.

In article advantages of the technical decision of brake system on high speed carriages are described. The received experimental characteristics have shown, that the new brake can be maintained in passenger structures without necessity of application of any special methods of management by trains.

При создании новых конструкций пассажирских вагонов повышенной комфортности для Украинских железных дорог одной из важных задач, стоящих перед разработчиками, была задача по созданию совершенных ходовых частей, обеспечивающих как хорошие ходовые качества, так и тормозные характеристики, удовлетворяющие действующим нормативам по тормозам.

Используемая под эксплуатируемыми пассажирскими вагонами типовая тележка КВЗ-ЦНИИ с люлечным рессорным подвешиванием не обеспечивает повышенную плавность хода для требуемого комфорта пассажиров, а колодочные тормоза с тормозным цилиндром, расположенным на раме вагона, даже с современными композиционными колодками шифра 328-303, не могут обеспечить соответствующий нормативам тормозной путь.

Возможным вариантом был колодочный тормоз, который при определенных условиях (размещение малогабаритных тормозных цилиндров на раме тележки, каждый из которых может передавать нагрузку на тормозные колодки одного колеса колесной пары, введение блоков пружинного стояночного тормоза, применение противоюзного устройства) мог бы обеспечить нормативы по тормозам.

Однако перспектива использования основных несущих узлов вновь созданной тележки безлюлечного типа для конструкционной скорости 200 км/ч, предопределила применение в новых вагонах дисковых тормозов.

В качестве традиционных решений конструкций дисковых тормозов в мировой практике широко используются жестко закрепленные (напрессованные) на осях колесных пар тормозные диски, к которым для образования тормозных моментов прижимаются тормозные накладки, закрепленные в держателях рычажных механизмов, включающих тормозные цилиндры. В наиболее распространенных конструкциях рычажные механизмы с тормозными цилиндрами закрепляются на раме тележки с помощью шарнирных звеньев и элементов (трехточечное подвешивание) с необходимыми передаточными отношениями этих звеньев для каждого варианта тормозов. В тормозные цилиндры таких механизмов встраиваются регуляторы выходов штоков, обеспечивающие постоянные зазоры между накладками и дисками по мере их износа.

При выборе количества и конструкций тормозных дисков разработчиком принимались за основу наибольшая эксплуатационная нагруженность тормозов и возникающие на поверхностях трения максимальные температуры (расчетные).

На основании опыта эксплуатации пассажирских вагонов с дисковыми тормозами, преимущественно на западно-европейских железных дорогах, выработаны рекомендации для использования в пассажирских вагонах с конструкционной скоростью 160 км/ч и осевой нагрузкой до 16,5 т тормозных дисков, поверхности трения которых должны изготов-

ливаться из серого чугуна с мелко и тонкопластинчатым перлитом, при этом площадь, занятая перлитом, должна соответствовать не ниже баллу П85 по ГОСТ 3443-87. Твердость по Бринеллю чугуна на поверхности трения должна быть 180–220 НВ.

Установлено также, что применение более прочных металлов (сталь, чугун с шаровидным графитом) для дисков тормозов вагонов с конструкционными скоростями до 160 км/ч экономически неоправдано.

Достаточно высокие требования к величинам и расположению литейных дефектов фрикционных частей тормозных дисков и особенно отсутствие необходимой аппаратуры для контроля этих дефектов не позволили освоить производство дисков на предприятиях Украины.

В связи с этим на новых вагонах используются тормозные диски производства немецкой фирмы Кнопг-Bremse (рис. 1). Особенность этих дисков состоит в том, что они имеют составную вентилируемую конструкцию, при этом ступица диска 1, напрессовываемая на ось колесной пары болтами 2, соединяется с фрикционной частью 3, а конструкция соединения позволяют существенно ограничить поступление тепла от фрикционного диска к ступице.

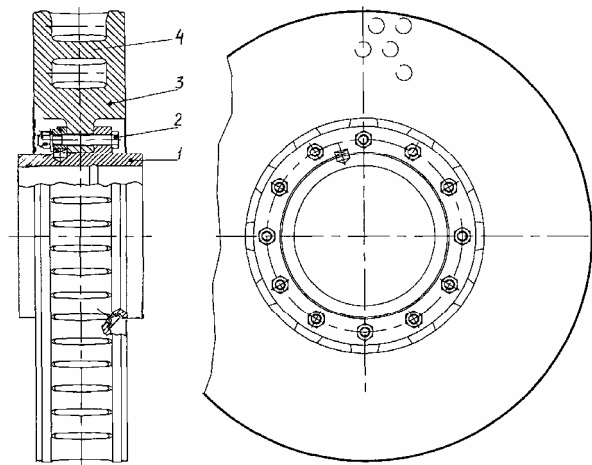


Рис. 1. Тормозной диск

С другой стороны, размещение стержней 4 в отливке, соединяющей боковые части фрикционного диска, позволяет получить значительный вентиляционный эффект и увеличить тем самым теплопередачу от диска окружающей среде.

Указанные достоинства конструкции диска позволили ограничить максимальную температуру на его поверхности до 250° С в наиболее нагруженном режиме, что соответствует ожидаемой высокой долговечности.

Предварительные расчеты показали, что долговечность такого диска, определяемая предельным износом трущихся поверхностей, составит около 10 лет, что равно среднему сроку службы колеса колесной пары с учетом его обточек.

Вместе с тем, конструкцией диска предусмотрен и ремонтный вариант (при ограничении долговечности), в котором предельно изношенный цельный фрикционный диск разрезается и вместо него на ступице крепится разъемный фрикционный диск.

В тормозе тележки скоростного вагона использован тормозной диск с наружным диаметром 610 мм и толщиной 110 мм, расчетный радиус трения диска 233 мм, допустимая толщина износа – 7 мм с каждой боковой стороны.

В качестве второй пары трения принята типовая накладка 1 (рис. 2) с площадью трения 400 см² (с размерами и требованиями, изложенными в памятке МСЖД 541-3), выполненная из материала Весорит 918 (эластомерно-слоистое бакелитовое соединение с металловолокнами и фрикционными присадками без асбеста, свинца и цветных металлов).

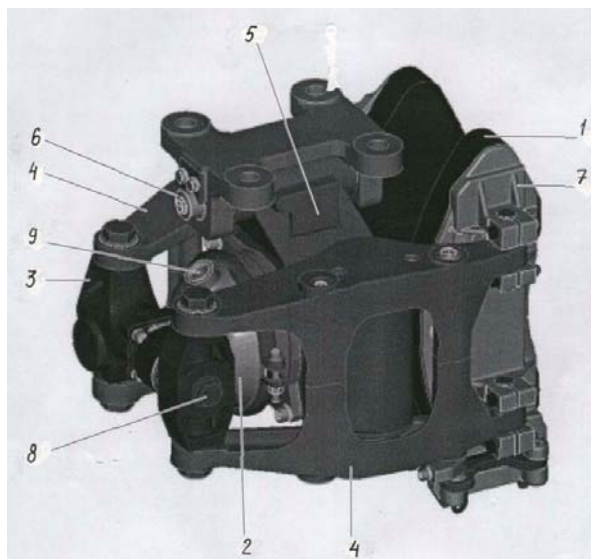


Рис. 2. Тормозной клещевой узел

Физические свойства накладки: средний коэффициент трения 0,38; плотность 2,33 г/см³; модуль упругости 255 Н/мм²; твердость по ISO 2039/1 30 Н/мм².

Особенностью этих тормозных накладок является практически неизменная величина коэффициента трения при изменении поверхностной температуры от нуля до 400° С, скорости скольжения 3...35 м/с, удельного давления на поверхности 20...80 Н/см². Эти характеристики подтверждены экспериментально при предварительных испытаниях опытных пассажирских вагонов.

Конструкция тормозной накладкой позволяет достигать максимального износа ее на толщину 30 мм, что по предварительным расчетам соответствует сроку службы накладкой около одного года при средней тормозной нагруженности скоростного пассажирского вагона.

Температура на поверхности трения тормозной накладкой допускается до 350° С при длительном торможении и 430° С при кратковременном торможении.

Широко применявшееся трехточечное подвешивание на раме тележки рычажных механизмов с тормозными цилиндрами достаточно сложное и требующее регулярного ухода в эксплуатации в последние годы заменяется на тормозные клещевые узлы (см. рис. 2) модульной конструкции со встроенными тормозными цилиндрами 2 и регуляторами зазора 3.

Жесткие на скручивание клещевые рычаги двойной конструкции 4 с небольшим количеством соединений и подшипников, загерметизированы для продления срока эксплуатации и понижения уровня шума.

Тормозные цилиндры 2 с поршнями диафрагменной конструкции устанавливаются внутри корпуса 5 клещевых узлов, при этом рабочая площадь диафрагмы может быть изменена для обеспечения различных размеров цилиндра при одинаковых наружных размерах. Указанное приводит к легкой компактной конструкции узла, занимающей мало места в тележке.

Одним из важных преимуществ тормозного узла является надежное закрепление его на раме тележки. Узел подвешивается центрально при помощи оси 6 (нет подвесок на держателях тормозных накладок), обеспечивая большие поперечные перемещения и наклонные установки на держателях 7.

Небольшие площади поршня и хода штоков цилиндров обеспечивают легкую управляемость тормозным узлом и малый расход сжатого воздуха (рабочий объем восьми тормозных цилиндров, устанавливаемых на тележках пассажирского вагона, в 4 раза меньше рабочего объема одного тормозного цилиндра диаметром 14, традиционно используемого на пассажирских вагонах).

Существенно не отличаются тормозные узлы с приводным рычагом ручного тормоза, которые используются при задействовании ручного привода от штурвала, расположенного в рабочем тамбуре проводника вагона.

Следует также отметить, что достаточно простая и надежная конструкция регулятора зазора 3

позволяет вручную (поворотом винта) обеспечить установку необходимого зазора между накладкой и диском, который не изменяется в дальнейшем до полного износа накладкой.

Указанные преимущества, а также планируемое отсутствие необходимости ухода за тормозными узлами в эксплуатации (за исключением замены тормозных колодок при полном износе) в период между капитальными ремонтами, позволили в разрабатываемой конструкции тормоза нового пассажирского вагона использовать компактные тормозные узлы производства немецкой фирмы Knorr-Bremse с рабочей площадью тормозных цилиндров диафрагменной конструкции 100 см².

При этом в новой конструкции тормоза на тележке, расположенной с котловой стороны вагона, на двух осях по диагонали применены два тормозных клещевых узла с рычагами ручного тормоза, к которым присоединяются тросы со стальным сердечником. Другие концы тросов через распределительный рычаг и промежуточное двухшарнирное звено соединены с гайкой винтовой передачи. Винт последней приводится во вращение от штурвала ручного тормоза, расположенного в нише рабочего тамбура проводника, через две конические передачи.

Подача воздуха к тормозным цилиндрам клещевых тормозных узлов осуществляется от жестких трубопроводов 8 посредством гибких рукавов типа Р34 по ГОСТ 2593-82 со стандартными соединениями.

При разработке тормоза, элементы которого расположены на раме пассажирского вагона повышенной комфортности, принималась во внимание необходимость использования в качестве основного электропневматического тормоза и в качестве дополнительного (резервного) пневматического автоматического тормоза.

По сведениям ведущих фирм в тормозостроении (ОАО МТЗ ТРАНСМАШ – Москва и фирма Knorr-Bremse Германия), несмотря на определенные недостатки управляющих приборов тормозов пассажирских вагонов в настоящее время еще не созданы более совершенные конструкции, вместе с тем работы в этом направлении ведутся интенсивно.

С учетом изложенного в качестве управляющих приборов тормоза нового пассажирского вагона приняты типовые конструкции электровоздухораспределителя 305 и воздухо-распределителя 292 М (рис. 3), при этом изменены типовые крепления их в связи с исключением из схемы тормоза центрального тормозного цилиндра.

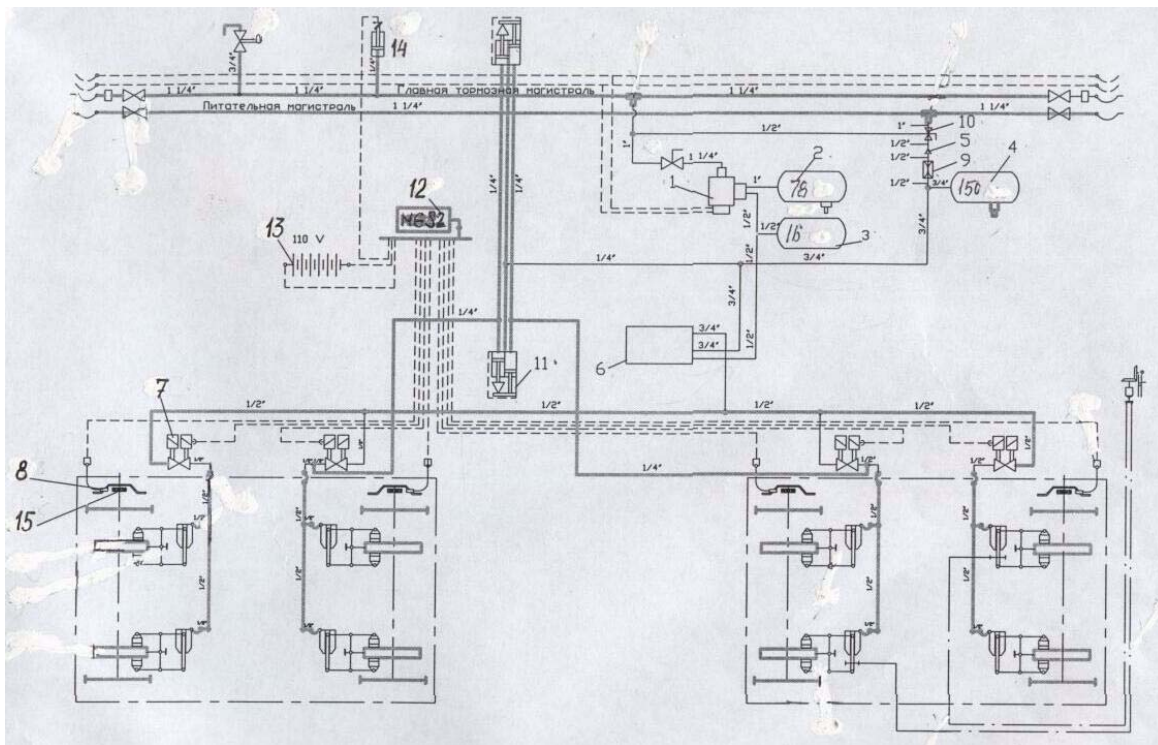


Рис. 3. Схема тормоза

Для предотвращения возможности истощения тормоза нового вагона в связи с применением в его составе противоюзного устройства возникла необходимость использования в качестве источника сжатого воздуха главных резервуаров локомотива, предусмотрев питание вагонов сжатым воздухом от резервуаров по дополнительной магистрали.

С этой целью в новых вагонах предусмотрена прокладка соединенной с локомотивом питательной магистрали, отвод от которой на вагоне выполнен к питательному резервуару 4 емкостью 150 л через обратный клапан 5 и дроссель 9.

В системе сохранен стандартный запасный резервуар 2 емкостью 78 л.

Планируется в дальнейшем, что к питательной магистрали будет подсоединен запасный резервуар для магнитно-рельсового тормоза и могут быть запитаны вакуумный туалет и пневмосистема управления дверьми.

Дополнительно к традиционному тормозу пассажирского вагона в тормозной системе предусмотрен компенсирующий резервуар 3 емкостью 16 л, соединенный с выходом от воздухо-распределителя к тормозному цилиндру. Этот резервуар служит для имитации связи воздухо-распределителя с тормозными цилиндрами.

Для связи сигналов, поступающих к воздухо-распределителю от главной тормозной магистрали, в системе устанавливается реле давлe-

ния типа 042 (повторитель) 6, которое соответственно регулирует давление, поступающее от питательного резервуара к тормозным цилиндрам.

Тормоз вагона оборудован современным противоюзным устройством типа MGS2.

Устройство включает 4 клапана противоскольжения 7 типа GV12-ESRA, соединенные с трубопроводами, отходящими от реле давления, датчики скорости 8 и электронный управляющий блок 12, получающий питание от штатной подвагонной аккумуляторной батареи 13. В систему также входит переключатель давления 14, отключающий и включающий питание электронного блока от аккумуляторной батареи.

Клапан 7 содержит корпус с двумя переключающими диафрагмами и клапанными местами, спаренный магнит, две боковых платы для связи магнитов с корпусом и кронштейн клапана. Торможение и отпуск тормозов в штатной ситуации (при служебном управлении тормоза) осуществляется без функционирования клапанов противоскольжения (магниты клапана при этом не находятся под напряжением).

Клапан 7 также предназначен для быстрого выпуска части сжатого воздуха из тормозных цилиндров при поступлении электрических сигналов от электронного управляющего устройства и восстановления связи тормозных цилиндров с трубопроводами сжатого воздуха после снятия сигнала. По сигналу на другую

катушку сохраняется давление в тормозном цилиндре независимо от давления в подводящем трубопроводе.

Используемый в системе датчик скорости 8 модели GI6 состоит из магнито-резисторного адаптера, к которому присоединен электронный преобразователь. Оба элемента герметично закрыты внутри алюминиевой литой формы. Прочный шланг и металлическая крышка на поисковом мониторе датчика обеспечивают физическую защиту адаптера и герметизированного провода. Электронная часть датчика является устойчивой к короткому замыканию и разработана для предотвращения излишней поляриности. При правильной установке электронная цепь датчика защищена от электромагнитного влияния вплоть до напряженности поля 200 В/м. Датчик скорости реагирует на выступы и впадины на вращающемся ферромагнитном зубчатом колесе установленных размеров.

С помощью адаптера изменения магнитного поля преобразуются в электрические сигналы.

Ток 7 мА или 15 мА прикладывается на выходе через электронный преобразователь. Число оборотов оси определяется по числу импульсов за единицу времени. Выход тока датчика скорости модели GI6 при простое равен либо 14 мА, либо 7 мА. Датчик скорости работает без износа, и поэтому не нуждается в специальном уходе.

Примененный на вагоне электронный управляющий блок 10 типа ESRA представляет собой модульную систему, характерной чертой которой являются стандартизованные платы. Платы ESRA выполнены на микроконтроллерах и имеют интерфейс с последовательной шиной. Они снабжены программным обеспечением и могут быть адресованы из сервисного терминала через шины.

Блок управления состоит из 19-дюймового каркаса, в который вставляются платы питания и основные платы, которые управляются и подсоединяются спереди блока.

Программное обеспечение блока STO2A сервисного терминала применяется для ввода прикладного программного обеспечения в блок управления и выполнения диагностики системы.

Регулятор давления 14 типа MCS11+S3-MCS, пристыкованный пневматической частью к главной тормозной магистрали, а электрической – к блоку питания ESRA, выключает ESRA от питания аккумуляторной батареи при снижении давления воздуха в тормозной магистрали до 1,3 кгс/см² и включает питание при повышении давления в тормозной магистрали до 1,8 кгс/см².

В связи с небольшим зазором между тормозными дисками и накладками (1,5±1 мм) контроль в эксплуатации отпущенного или заторможенного состояния дискового тормоза весьма затруднен. Для оперативного контроля такого состояния в тормозной системе устанавливаются пневмомеханические сигнализаторы 11 «Заторможено» и «Отпущено».

Индикаторы сигнализаторов размещены с обеих сторон на боковых балках рамы вагона. При этом зеленый цвет на их табло указывает на то, что тормоз отпущен, а запасный и питательный резервуары заряжены; при красном цвете табло с черными точками посередине – состояние тормоза «Заторможено»; белый фон табло с пересекающимися черными линиями свидетельствует об отсутствии воздуха в системе.

Дополнительно в систему контроля состояния тормоза пассажирского вагона включены пневмоэлектрические преобразователи с микропроцессорным блоком обработки сигналов, команды от которых о состоянии тормоза поступают на дисплей микропроцессорного комплекса системы управления, контроля и диагностики вагона и табло, установленные в рабочем тамбуре и служебном купе вагона. Отличительной особенностью пневматической схемы тормоза является возможность работы его как при наличии, так и отсутствии сжатого воздуха в питательной магистрали, при этом разобщительным краном дополнительно устанавливается подача сжатого воздуха от главной тормозной магистрали к питательному резервуару. Такая возможность используется при эксплуатации пассажирского вагона в поездах, не имеющих питательной магистрали.

Новым тормозом были оборудованы опытные пассажирские вагоны моделей 61-779Э и 61-788, на тележках моделей 68-7007 и 68-7012. УкрНИИВ провел всесторонние стационарные и поездные испытания.

Полученные экспериментальные характеристики показали, что новый тормоз может эксплуатироваться в пассажирских составах без необходимости применения каких-либо специальных методов управления поездами.

При этом тормозной путь поезда из таких вагонов на площадке при экстренном электропневматическом торможении со скоростью 160 км/ч при нормативном пути 1472 м составил менее 1300 м.

В процессе испытаний отказы в работе тормоза не зафиксированы.

Поступила в редколлегию 18.02.2005.