

Вывод на российский рынок тележки новой конструкции: результаты адаптации зарубежных решений на примере модели 18-9855

А.М. Орлова,
д.т.н., генеральный директор ООО «ВНИЦТТ»

Е.А. Рудакова,
к.т.н., руководитель отдела комплексных исследований динамики взаимодействия экипажа и пути ООО «ВНИЦТТ»

А.В. Гусев,
к.т.н., ведущий научный сотрудник отдела комплексных исследований динамики взаимодействия экипажа и пути ООО «ВНИЦТТ»

Д.Е. Абрамов,
руководитель отдела стандартизации ООО «ВНИЦТТ»

В.С. Бабанин,
директор дирекции проектирования ходовых частей ООО «ВНИЦТТ»

И.В. Турутин,
руководитель группы разработки литых деталей и расчетов прочности ООО «ВНИЦТТ»

А.А. Рудь,
директор дирекции сопровождения продукта ООО «ВНИЦТТ»

А.Л. Борисов,
ведущий инженер-конструктор по эксплуатационной документации ООО «ВНИЦТТ»

А.Н. Вязников,
руководитель направления «Подконтрольная эксплуатация грузовых вагонов» ООО «ВНИЦТТ»

А.Л. Ковязин,
руководитель отдела проектирования тормозных систем ООО «ВНИЦТТ»

Развитие отечественной железнодорожной транспортной сети и, как следствие, обеспечение экономического развития страны – стратегические задачи, которые решались государством на протяжении многих лет. Наряду со строительством и модернизацией инфраструктуры рассматривалось внедрение высокопроизводительного грузового подвижного состава, который позволил бы существенно повысить массу поезда нетто. Ввод в эксплуатацию вагонов с улучшенными техническими характеристиками, основным элементом которых являются тележки 18-9855 принципиально новой конструкции с осевой нагрузкой 25 тс, дал старт развитию тяжеловесного движения в России и стимулировал инновации в вагоностроительной отрасли. В процессе разработки этой модели конструкторы взяли за основу эскизный проект американской тележки, значительно переработав и усовершенствовал его для колеи 1520 мм.

История создания

В истории грузовых вагонов было несколько этапов развития вагонных тележек. В 1898 году была внедрена поясная тележка, затем, в 1950 году, на смену ей пришла тележка МТ-50 [1]. Тележка ЦНИИ-ХЗ (теперь – модель 18-100) разрабатывалась с 1930-х по 1955 год, а полный переход на роликовые буксовые подшипники в ней был завершён только через 40 лет – в 1995 году. Научные работы по совершенствованию тележки 18-100, устранению ее эксплуатационных недостатков продолжают входить в настоящее время.

Грузоподъемность вагонов в первую очередь стремились повысить за счет увели-

чения допустимой статической осевой нагрузки. С 1976-го по 1981 год осевая нагрузка составляла 22 тс [2]. Затем, в 1981–1988 годы, она была увеличена до 23,25 тс [3]. В 1988 году была установлена осевая нагрузка 23,5 тс с возможностью ее увеличения при эксплуатации до 24 тс [4, 5]. Первым практическим шагом к дальнейшему росту осевой нагрузки до 25 тс стал утвержденный Минтяжмашем СССР в 1986 году стандарт применения грузовых магистральных вагонов с осевой нагрузкой 25 тс «Вагоны грузовые магистральные на 1986–2000 годы» [6]. Однако в начале 1990-х годов из-за общего масштабного спада экономики работа по переходу

на повышенные осевые нагрузки была приостановлена. К необходимости увеличения грузоподъемности вагонов вернулись спустя десятилетие. В качестве одного из стратегических направлений научно-технического развития для сети железных дорог было заявлено создание принципиально новых грузовых вагонов с повышенной осевой нагрузкой 25–30 тс без увеличения воздействия на железнодорожный путь.

Страны Северной Америки, в первую очередь США, к 1995 году разработали модели тележек с осевыми нагрузками 32,5 и 36 тс, провели обширную программу комплексных испытаний и допустили нагрузку 32,5 тс на магистральных железных дорогах [7]. К 2010 году в США был накоплен значительный опыт эксплуатации тележек с повышенной осевой нагрузкой типа Barber S-2-HD (корпорации Wabtec) и типа Motion Control (корпорации Amsted), подтвердивший их значительные преимущества по надежности и межремонтные пробеги до 1,6 млн км.

Пионером в разработке тележки с осевой нагрузкой 25 тс для российских железных дорог стал «Уралвагонзавод» [8], который в 1988 году предложил опытный вариант тележки модели 18-131, а в 2009 году сертифицировал тележку модели 18-194-1 [9]. С началом строительства в Тихвине (Ленинградская область) нового вагоностроительного предприятия перед ПАО «Научно-производственная корпорация «Объединенная Вагонная Компания» (ОВК) встала задача создания собственной конкурентной тележки для колеи 1520 мм.

В 2007 году ОVK приобрела эскизный проект тележки Barber для колеи 1520 мм у компании Standard Car Truck (входит в Wabtec). Однако зарубежные решения необходимо было адаптировать под условия эксплуатации в России и технические требования колеи 1520 мм в первую очередь по снижению воздействия на железнодорожный путь. В результате конструкция тележки Barber, которая впоследствии получила номер 18-9855, была значительно переработана. Были внесены изменения в абсолютно все детали: колесную пару, боковую раму и надрессорную балку, тормозную рычажную передачу, рессорное подвешивание. Уже в 2010 году на Тихвинском вагоностроительном заво-

де (ТВСЗ) были построены не только первые опытные образцы, на базе которых проведен весь комплекс испытаний, но и получен сертификат соответствия.

Для обеспечения надежности в тележке 18-9855 были заимствованы наилучшие технологии тележки Barber S-2-HD для износостойких деталей:

- адаптер подшипника колесной пары из высокопрочного чугуна марки ВЧ-50 с шаровидным графитом и ТВЧ закалкой опорной поверхности под боковую раму и контактной поверхности под торцевую поверхность наружного кольца кассетного подшипника;
- боковой скользун постоянного контакта с корпусом и колпаком из высокопрочного чугуна марки ВЧ-120 с шаровидным графитом;

“ **Конструкцию тележки Barber, которая впоследствии получила номер 18-9855, значительно переработали, внося изменения в абсолютно все детали: колесную пару, боковую раму и другие.**

- фрикционные клинья из высокопрочного чугуна марки ВЧ-120 с шаровидным графитом составной конструкции, увеличивающей жесткость тележки в плане;
- приварные элементы в карманах надрессорной балки (планки из нержавеющей стали на вертикальных поверхностях и вставка из стали 20 на наклонной поверхности кармана);
- приварное кольцо из нержавеющей стали, защищающее цилиндрическую часть подпятника надрессорной балки, и неметаллический вкладыш из сверхвысокомолекулярного полиэтилена на опорной поверхности подпятника, позволяющие отказаться от смазки этого узла;
- фрикционные планки из инструментальной стали в рессорном проеме боковых рам.

На первом этапе эти детали закупались за рубежом, однако в период с 2013-го по 2016 год производство ТВСЗ полностью заменило импорт данных деталей.

В рамках работ по постановке тележки 18-9855 на производство был проведен весь комплекс нормативных испытаний тележки и ее комплектующих, в том числе пробеговые испытания на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», по результатам которых были предварительно подтверждены заявленные межремонтные нормативы. В рамках процедур допуска на инфраструктуру проводились комплексные тормозные и по воздействию на путь испытания поездов, сформированных из вагонов на тележках 18-9855, для установления режимов ведения и торможения. Было подготовлено распоряжение ОАО «РЖД» о допуске скоростях движения вагонов на тележках этой модели [10].

В 2012 году были запущены в подконтрольную эксплуатацию полувагоны модели 12-9853 на тележках 18-9855 с проведением ежегодного контрольного осмотра тележек. В 2020 году в рамках подконтрольной эксплуатации тележек 18-9855 был успешно достигнут пробег в 1 млн км [11]. Также для обеспечения возможности проведения планового ремонта тележек в соответствии с требованиями ГОСТ 2.602-2013 был разработан комплект ремонтной документации и проведен опытный ремонт тележки.

Таким образом, прохождение всех этапов вывода на рынок тележки принципиально новой конструкции заняло более 10 лет. Это был нелегкий путь, пройденный не только коллективом ОВК, но и многими другими причастными организациями, в том числе отраслевыми вузами, научно-исследовательскими институтами, компаниями-операторами и РЖД.

Развитие линейки вагонов ОВК потребовало разработки дополнительных исполнений тележки 18-9855. Конструкция скользунов постоянного контакта, применяемых в

тележке 18-9855, позволяет использовать их как в составе вагонов с массой тары более 21 т, так и для вагонов с малой массой тары – от 19 т до 21 т. Это позволяет обеспечить оптимальные динамические показатели порожнего вагона.

В 2017 году были сертифицированы исполнения тележки 18-9855, в состав которых входят рама боковая и балка наддрессорная с увеличенным до 40 лет назначенным сроком службы. Кроме того, на наддрессорной балке была реализована увеличенная площадка для скользуна, которая позволила установить на одной балке 4 боковых скользуна постоянного контакта. Это позволило использовать данную тележку под устройством сочленения в составе шестиосных вагонов сочлененного типа. Нормативные испытания данного исполнения тележки проводились как в составе четырехосного вагона, так и в составе шестиосного вагона сочлененного типа.

В 2019 году были завершены работы по сертификации исполнения тележки с интегрированной тормозной системой [12] (тормозным цилиндром и авторегулятором), что способствовало существенному улучшению технических характеристик вагонов за счет возможности использования подвагонного пространства.

На основе технических решений в процессе работ были подготовлены рекомендации и требования, закрепленные впоследствии в документах по стандартизации. Научно-технические решения и методы проектирования ходовых частей, разработанные в процессе совершенствования конструкции тележки 18-9855, легли в основу комплексного подхода по созданию ходовых частей с повышенными осевыми нагрузками 25 тс (и более, в зависимости от условий эксплуатации).

Научно-технический подход к выбору параметров тележки

Динамические качества и силовое воздействие вагона на путь во многом определяются параметрами рессорного подвешивания, поэтому была проделана значительная работа по установлению их рациональных значений. Это позволило снизить уровень

вертикальных колебаний обрессоренных частей экипажа.

Пружинный комплект в тележке 18-9855 отличается от традиционного комплекта тележки 18-100 и состоит из девяти двухрядных цилиндрических пружин, на две из

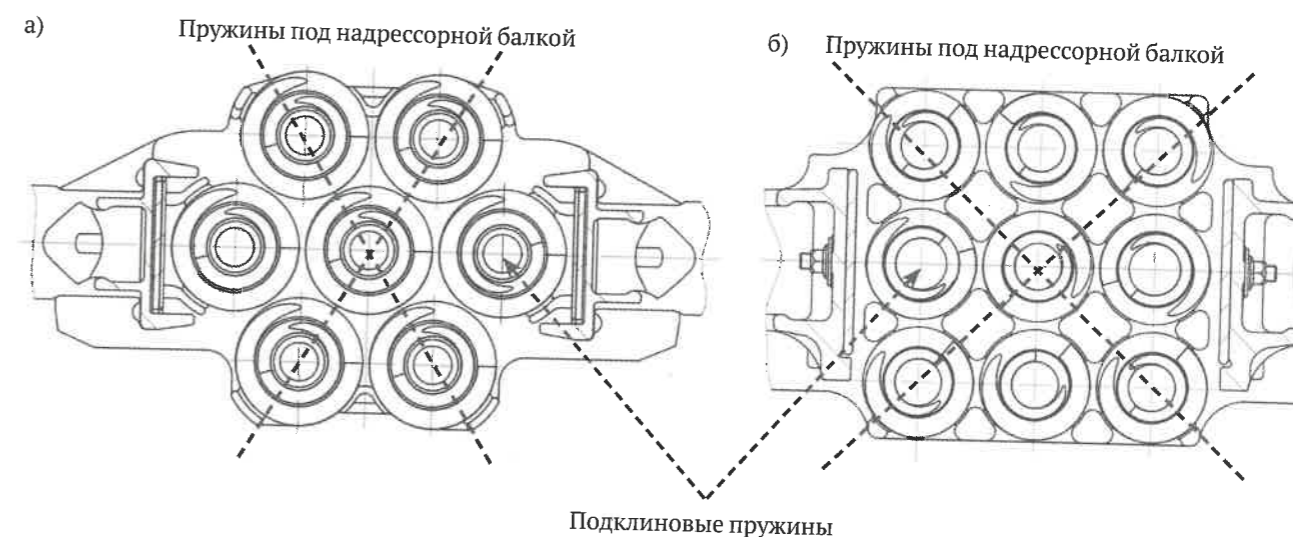


Рис. 1. Компонка пружинного комплекта рессорного подвешивания, где: а) тележка 18-100; б) тележка 18-9855

которых опираются фрикционные клинья, а семь расположены под наддрессорной балкой (рис. 1). Такая конфигурация позволяет одновременно уменьшить размер рессорного проема боковой рамы для повышения ее прочности, увеличить жесткость тележки на забегание боковых рам, а также увеличить гибкость подвешивания: прогиб под порожним вагоном примерно в 3 раза больше, чем у тележки 18-100.

Отдельного внимания требовали цилиндрические пружины рессорного подвешивания в части уточнения их характеристик. Дело в том, что требования к ресурсу пружин в России составляют 16 лет, а в Северной Америке они являются сменными элементами с небольшим ресурсом. Поэтому при адаптации тележки важно было обеспечить статическую и усталостную прочность пружин под действием нагрузок при роспуске вагонов с горок и динамических колебаний в движении. При этом габариты боковой рамы накладывали конструктивные ограничения на выбор геометрических параметров пружин. Научные исследования с применением метода конечных элементов позволили подобрать рациональные геометрические параметры и характеристики пружин для тележки 18-9855 по условиям обеспечения прочности, устойчивости и необходимого запаса прогиба. Научно-технический подход к выбору параметров пружин впоследствии был положен в основу разработанных специалистами ВНИЦТТ (входит в ОВК) методик [13–15], использованных при проек-

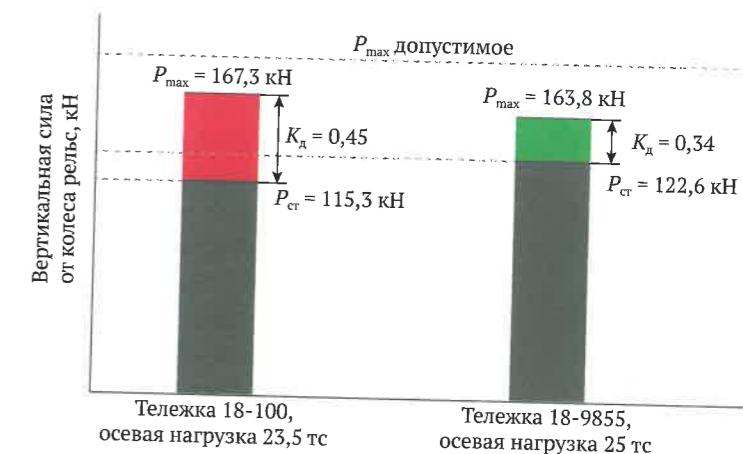


Рис. 2. Вертикальная сила, действующая от колеса на рельс, по результатам моделирования (кривая радиусом 650 м, скорость 80 км/ч)

тировании подвешивания для осевой нагрузки 27 тс.

С целью установления рациональных прогибов для порожнего и груженого вагона в рессорном подвешивании тележки 18-9855 была реализована кусочно-линейная вертикальная силовая характеристика, которая совместно с конструкцией клина пространственной конфигурации позволила обеспечить динамическое воздействие вагона на путь при осевой нагрузке 25 тс не более, чем у тележки 18-100 с осевой нагрузкой 23,5 тс (рис. 2).

Передовым техническим решением в тележке 18-9855 стало применение боковых скользунов постоянного контакта, которые состоят из комплекта цилиндрических пружин, расположенных внутри корпуса и закрытых колпаком. Наличие постоянной

силы прижатия фрикционных поверхностей скользунов позволило увеличить момент трения на поворот тележки под вагоном и обеспечить демпфирование виляния, а работа пружин в вертикальном направлении

привела к амортизации перевалки кузова на подпятнике. Таким образом, применение упругих скользунов привело к снижению нагрузки на подпятник и боковых сил, действующих на рельсы [16].

Совершенствование конструкции

За период запуска тележки 18-9855 в серийное производство и в процессе проведения подконтрольной эксплуатации ее конструкция совершенствовалась, а детали импортного производства заменялись продукцией отечественных производителей.

На первом этапе были локализованы детали из высокопрочного чугуна, такие как адаптер, клинья пространственной конфигурации, корпус и колпак скользуна (рис. 3). Также локализации подвергся вкладыш в подпятник, изготовленный из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Основные несущие детали тележки (боковая рама и наддрессорная балка) изначально производились на ТВСЗ. Таким образом, уже на первом этапе адаптации из критически важных элементов конструкции к нелокализованным можно было отнести только подшипник касетного типа.

На втором этапе по результатам подконтрольной эксплуатации были разработаны и внедрены скользуны цилиндрической формы (рис. 4, а). Их отличительной особенностью стало наличие зацепления между колпаком и корпусом, предохраняющее от самопроизвольного выхода колпака из корпуса при резкой обезгрузке скользуна (например, при ударе грейфером по кузову вагона). Также в скользунах цилиндрической формы уменьшено количество пружин, что, как следствие, снизило массу и металлоемкость.

Третий этап включал в себя внедрение рамы боковой и балки наддрессорной с увеличенным до 40 лет назначенным сроком службы (рис. 5, а), а также замену рессорного комплекта и износостойкого элемента в буксовом проеме. Рама тележки с назначенным сроком службы 40 лет была усилена за счет исключе-

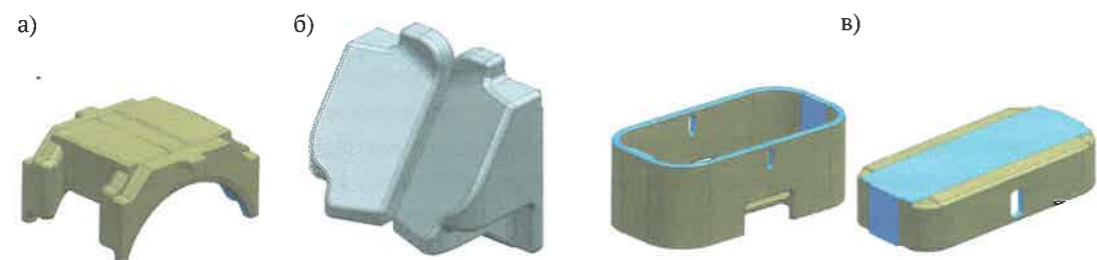


Рис. 3. Локализованные детали из высокопрочного чугуна, где: а) адаптер; б) фрикционные клинья; в) корпус и колпак бокового скользуна

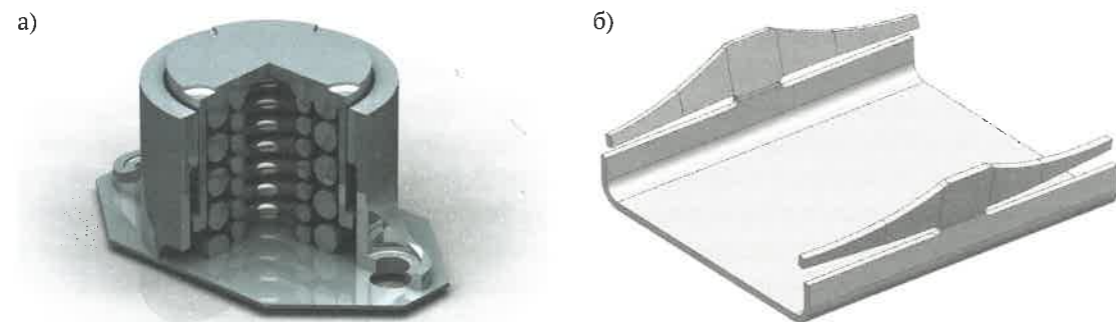


Рис. 4. Совершенствование деталей тележки 18-9855, где: а) боковой скользуна цилиндрической формы; б) износостойкая скоба буксового проема

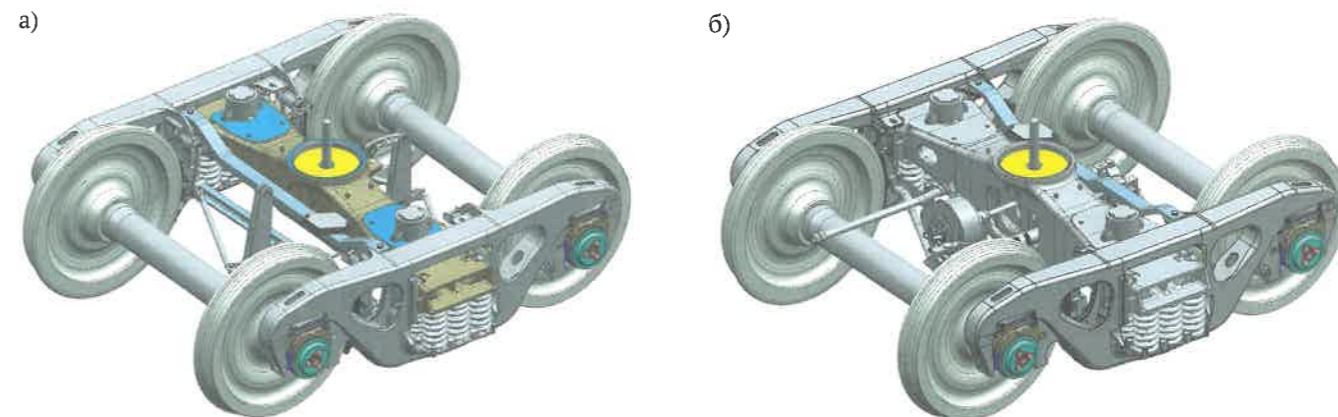


Рис. 5. Совершенствование тележки 18-9855, где: а) исполнение со сроком службы 40 лет; б) с интегрированной тормозной системой

ния отверстий в надбуксовой зоне. Отверстия служили для крепления износостойкой скобы буксового проема с загибающимися лапками, но применение упругой скобы новой конструкции (рис. 4, б) дало возможность исключить их. Среднее сечение наддрессорной балки было увеличено в высоту, что позволило сделать ее прочнее для обеспечения требования по увеличению срока службы до 40 лет. Также наддрессорная балка получила дополнительные посадочные места под скользуны, что позволило использовать тележку под вагонами сочлененной конструкции.

На четвертом этапе тележка была исполнена с интегрированной тормозной

системой (рис. 5, б), которая позволила высвободить подвагонное пространство от тормозного оборудования и использовать его для полезного погрузочного объема вагона. При разработке тормозной системы был применен опыт американской компании Cardwell-Westinghouse [17].

В процессе совершенствования тележки 18-9855 были предложены конструктивные решения деталей и узлов, приводящие к повышению эффективности и безопасности эксплуатации грузового вагона в целом, а также улучшающие надежность и ремонтнопригодность тележки.

Этапы освоения повышенной осевой нагрузки в эксплуатации

Для допуска к эксплуатации на инфраструктуре РЖД тележки 18-9855 прошли расширенный комплекс испытаний, который предусматривал не только полигонные испытания по воздействию на путь, но также испытания в составе поездов для уточнения режимов их ведения и взаимодействия с эксплуатационными участками железнодорожного пути. Были проведены исследования по уточнению сопротивления движению вагонов на тележках 18-9855 в сравнении с тележками 18-100, а также получены статистические эксплуатационные показатели воздействия на путь для дальнейшего проектирования пути повышенной надежности.

Первые ходовые динамические испытания и испытания по воздействию вагонов на тележках модели 18-9855 на путь были про-

ведены НВЦ «Вагоны» в октябре 2010 года. Для опытного образца универсального полувагона 12-9853 было подтверждено полное соответствие показателей динамических качеств и воздействия на путь нормативным значениям.

К 2016 году на полигоне ВНИИЖТ (станция Белореченская) была успешно проведена серия испытаний – динамических и по воздействию на путь – для грузовых вагонов всех основных типов (полувагоны, вагоны-цистерны, вагоны-платформы, крытые вагоны и вагоны-хопперы) с осевой нагрузкой 25 тс на тележках 18-9855. Это позволило РЖД включить допускаемые скорости движения любых типов вагонов на тележках модели 18-9855 в Распоряжение от 08.11.2016 г. №2240р [10].

Отсутствие повышенного воздействия (даже пониженное воздействие в сравнении с типовой тележкой 18-100) многократно подтверждено не только полигонными и пробеговыми испытаниями, но и испытаниями в составе поездов повышенной

Заключение

От начала разработки конструкторской документации до запуска серийного производства тележки 18-9855 прошло 5 лет, еще 8 лет продолжалась подконтрольная эксплуатация до достижения пробега 1 млн км. С момента ввода в эксплуатацию в 2012 году тележка 18-9855 совершенствовалась, проводились работы по импортозамещению ее деталей. Расширенный комплекс испытаний, как под вагонами разных типов, так и в составе поездов массой 7 100 т, подтвердил пониженное воздействие на путь тележек 18-9855 в сравнении с типовой тележкой 18-100 за счет более совершенной конструкции рессорного подвешивания, несмотря на увеличение осевой нагрузки до 25 тс.

Список использованной литературы

1. Соколов А.М. Осевая нагрузка 27 тс – новая веха развития вагоностроения / А.М. Соколов, А.М. Орлова // Вагоны и вагонное хозяйство, 2016. № 3 (47). С. 5–7.
2. ГОСТ 9246-70 Тележки двухосные грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1524 мм. Основные параметры, размеры и технические требования. М.: Издательство стандартов, 1972.
3. ГОСТ 9246-79 Тележки двухосные грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1981.
4. ГОСТ 22780-77 Оси для вагонов железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Типы, параметры и размеры. М.: Издательство стандартов, 1977.
5. ГОСТ 22780-93 Оси для вагонов железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Типы, параметры и размеры. М.: Издательство стандартов, 1995.

массы (7 100 т) на магистральных участках пути и при наличии эксплуатационных износителей тележек 18-9855, что свидетельствует о рационально подобранных характеристиках тележки, способствующих эффективной эксплуатации.

Вывод на рынок тележки 18-9855 принципиально новой конструкции проведен успешно, ее преимущества по надежности и безопасности доказаны эксплуатацией. Для технического обслуживания и ремонта создана и поддерживается сеть сервисных центров на российских железных дорогах и в других странах колеи 1520 мм. Применение вагонов на тележках 18-9855 не только способствует повышенной эффективности грузовых железнодорожных перевозок и снижает затраты на оперирование парка, но и решает стратегическую задачу по увеличению провозной способности и повышению безопасности движения на железнодорожном транспорте.

6. Типаж «Вагоны грузовые магистральные на 1986–2000 гг.». М.: ВНИИЖТ, ВНИИВ, 1986. С. 30.
7. Орлова А.М. Россия и США: путь и тележки для повышенных осевых нагрузок / А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, А.В. Гусев // Вагоны и вагонное хозяйство, 2017. № 4. С. 41–44.
8. Бороненко Ю.П. Вагоны с увеличенными нагрузками от колес на рельсы – резерв повышения провозной и пропускной способности железных дорог // Транспорт РФ, 2008. № 5. С. 52–55.
9. Ефимов В.П. Тележка для грузовых вагонов нового поколения с повышенными осевыми нагрузками / В.П. Ефимов, А.А. Пранов, А.Н. Баранов, К.А. Белоусов // Железнодорожный транспорт, 2009. № 6. С. 58–61.
10. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм,

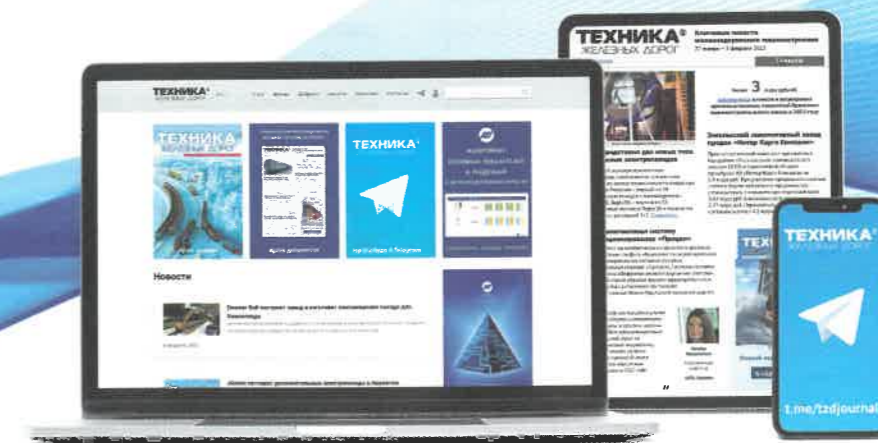
- Распоряжение ОАО «РЖД» № 2240р от 08.11.2016 г.
11. Бабанин В.С. О ресурсе компонентов тележек модели 18-9855 на пробеге 1 млн км в подконтрольной эксплуатации / В.С. Бабанин, А.А. Рудь, А.Л. Борисов // Сб. трудов Межд. науч. конф. «Научные основы и технологии повышения ресурса и живучести подвижного состава железнодорожного транспорта», АО «ВНИКТИ». Коломна, 2021. С. 142–149.
 12. Артамонов Е.И. Тормозные системы, интегрированные в тележку грузовых вагонов / Е.И. Артамонов, А.Л. Ковязин, А.М. Орлова, А.М. Соколов, Ю.В. Савушкина // Транспорт Российской Федерации, 2018. № 6 (79). С. 50–55.
 13. Орлова А.М. Обоснование назначения минимально допустимого значения коэффициента конструктивного запаса прогиба рессорного подвешивания тележек грузовых вагонов / А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, А.Н. Комарова, А.В. Гусев // Известия ПГУПС, 2017. № 1. С. 73–87.

14. Орлова А.М. Подходы к оценке напряженно-деформированного состояния пружин рессорного подвешивания грузовых вагонов / А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, Д.В. Шевченко, А.В. Гусев, Г.С. Шалпегин // Известия ПГУПС, 2020. № 2. С. 221–232.
15. Орлова А.М. Совершенствование рессорного подвешивания грузовых вагонов с учетом необходимости снижения воздействия на путь / А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, А.В. Гусев // Известия ПГУПС, 2018. № 1. С. 72–81.
16. Бороненко Ю.П. Оценка динамических сил, действующих на боковые скользуны постоянного контакта для тележек железных дорог колеи 1520 мм / Ю.П. Бороненко, А.М. Орлова, Е.А. Рудакова, А.В. Саидова // Техника железных дорог, 2012. № 1 (17). С. 26–30.
17. Орлова А.М. Конструкция тележки с осевой нагрузкой 27 тс с интегрированной тормозной системой / А.М. Орлова, В.С. Бабанин, А.Л. Ковязин, И.В. Турутин // Железнодорожный транспорт, 2018. № 7. С. 61–66. ☎

Полную версию статьи читайте на нашем сайте techzd.ru



15 | ТЕХНИКА® ЛЕТ | ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ



- Сайт с новостной лентой, удобным личным кабинетом и архивами журналов
- Еженедельный дайджест главных событий в железнодорожном машиностроении
- Telegram-канал t.me/tzdjournal – оперативно о последних новостях

- Прямая рассылка дайджеста по e-mail
- 15 минут на прочтение
- Бесплатная подписка

Для оформления подписки направьте письмо на vestnik@ipem.ru