

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ХОДОВУЮ ЧАСТЬ ВАГОНОВ

Е.В. Афанасьев, А.В. Додонов,
кандидаты технических наук,
Инженерный центр объединения вагоностроителей

Проведены экспериментальные исследования динамических и кинематических показателей тележки модели 18-9771 в различных исполнениях

Одно из важных направлений развития железнодорожного транспорта Российской Федерации — совершенствование ходовых частей грузового подвижного состава. Оно направлено на минимизацию затрат по обслуживанию вагонов, повышение надежности, увеличение скорости движения, осевой нагрузки и уменьшение воздействия на путь.

В связи с этим в отечественном вагоностроении активно разрабатывают новые и модернизируют существующие тележки грузовых вагонов. Так, на смену поясным тележкам МТ-44 и МТ-50 с середины 50-х годов прошлого столетия пришла тележка модели 18-100 благодаря своим более удовлетворительным динамическим показателям и меньшему воздействию на путь.

Конструкция данной тележки во многом схожа с конструкцией тележки «Barber-S-2» фирмы «Standart Car Truck», США. Однако техническая информация из США показывает, что тележки фирмы «Barber» по основным эксплуатационным параметрам (межремонтный пробег, ресурс и т.д.) превосходят тележки модели 18-100 от 2 до 8 раз.

Поэтому работы, направленные на совершенствование ходовых частей грузовых вагонов, выпускаемых отечественными вагоностроителями, актуальны. Совершенствование ходовых частей происходит в основном по трем направлениям:

- 1 модернизация существующих тележек;
- 2 постановка на производство тележек иностранных фирм;
- 3 разработка новых конструкций тележек.

В настоящее время ведущие научные и производственные организации ведут работы по всем трем направлениям. Так, практически с момента начала серийного производства тележки

модели 18-100 начались работы по ее модернизации.

Специалисты таких организаций, как ФГУП «ПО «Уралвагонзавод», Проектно-конструкторское бюро вагонного хозяйства ОАО «РЖД», ОАО «ВНИИЖТ», ВНИИВ, ЛИИЖТ (ПГУПС), Брянский машиностроительный завод, Мариупольский завод тяжелого машиностроения и другие вели работу по улучшению ее эксплуатационных качеств. Совершенствовалась конструкция и применялись новые материалы.

Такие работы проводились на основе расширенных теоретических исследований, использования вычислительной техники, появления статистических данных об эксплуатации тележек в реальных условиях, а также развития технологии производства на машиностроительных предприятиях. В результате было создано более 50 вариантов модернизаций данной тележки. Часть из них реализована и успешно используется.

Сосредоточив самые успешные модернизации тележки модели 18-100, специалисты ФГУП «ПО «Уралвагонзавод» создали новую тележку модели 18-578. Вслед за ним и в ЗАО «Промтрактор-Вагон» (Канаш) поставили на производство и сертифицировали тележку модели 18-9771.

Постановкой на производство тележек иностранных фирм в настоящее время занимаются ЗАО «Промтрактор-Вагон» и ЗАО «Титран-Экспресс» (Тихвин). Данные предприятия осваивают производство тележек моделей 18-9836 (ASF) и 18-9810 («Barber»), соответственно.

Примером разработки принципиально новых конструкций ходовых частей могут служить тележки моделей 18-9750 (НВЦ «Вагоны»), 18-4129 (ООО «София-Инвест»), ДП-3 (ОАО «Рузхиммаш»). Однако в настоящее время данные тележки пока не сертифицированы.

Все перечисленные направления совершенствования ходовых частей грузовых вагонов требуют больших материальных затрат на разработку, постановку на производство и сертификацию. А зачастую из-за несовершенства нормативных документов необходимо и длительное согласование отступлений от них.

Как показывает практика совершенствования грузовых тележек, это довольно сложный и длительный процесс. К тому же он не всегда приводит к желаемым результатам. Так, опыт внедрения тележки 18-578 показал, что в отдельных случаях имеются проблемы в эксплуатации.

Одной из причин этого, по нашему мнению, является недостаточное внимание к экспериментальным исследованиям, в том числе и кинематики составных частей тележки, которая является сложным техническим объектом. Во многом именно она определяет ресурс пар трения.

Увеличение ресурса пар трения тележки и, как следствие, межремонтных пробегов — одно из основных направлений совершенствования ходовых частей. На ресурс пар трения тележки в свою очередь оказывают влияние условия силового и трибологического взаимодействия деталей тележки с вагоном, путем и между собой.

Таким образом, исследование параметров взаимодействия деталей тележки является актуальной задачей. От ее решения во многом зависит прогноз ресурса и установление межремонтных пробегов тележек.

В настоящее время ресурс ходовых частей вагонов определяют путем проведения довольно длительных и дорогостоящих пробеговых испытаний. Проблемой прогнозирования ресурса деталей ходовых частей путем расчетно-экспериментальных исследований занимались ведущие научно-исследовательские институты отрасли, такие как ВНИИЖТ, ВНИКТИ, ЛИИЖТ (ПГУПС).

Однако основное внимание в этих исследованиях уделялось определению углов набегания колесных пар и оценке темпов их износа. Износам остальных элементов тележки доставалось значительно меньшее внимание.

Анализ проведенных исследований показал, что в настоящее время нет отработанной методики исследования кинематики тележки. Разработка такой методики — актуальная задача, которая была поставлена и решается в Инженерном центре.

В рамках данной задачи выполнен комплекс работ по созданию методики оценки межремонтных пробегов тележ-



Рис. 1. Схема опытного состава для проведения ходовых испытаний

ки на основании экспериментальных данных, полученных по результатам проведения ходовых испытаний. В процессе создания методики оценки межремонтных пробегов установлена необходимость разработки отдельной методики для оценки частоты и амплитуды взаимных перемещений элементов тележки.

Такая методика была разработана в Инженерном центре и апробирована при проведении сравнительных ходовых динамических испытаний тележек модели 18-9771 в различных исполнениях производства ЗАО «Промтрактор-Вагон», тележки модели 18-578 производства ФГУП «ПО «Уралвагонзавод» с эталоном (тележка модели 18-9770 — аналог тележки 18-100).

Проведение данных испытаний позволило решить две основные задачи:

① сравнить динамические показатели тележки модели 18-9771 в различных исполнениях с существующими тележками моделей 18-9770 и 18-578;

② провести апробацию методики экспериментального определения кинематических показателей тележки для последующей оценки темпов износа деталей тележек.

Тележка модели 18-9771 имеет трехэлементную нежесткую раму, защиту пар трения в буксовом и рессорном проеме, линейное рессорное подвешивание с увеличенным до 68 мм статическим прогибом. Учитывая недостаточность сведений о рациональных параметрах упругих скользунов, а также необходимость подбора скользунов под различные типы кузовов вагонов, при проектировании наддрессорной балки тележки разработано универсальное крепление. Оно позволяет устанавливать различные скользуны ведущих мировых производителей.

Таким образом, конструкцией тележки модели 18-9771 предусмотрена возможность установки упругих и упруго-роликовых скользунов фирм «A.Stucki», «Miner», ООО «Вагонмаш», ФГУП «ПО «Уралвагонзавод».

Ответные части, устанавливаемые на кузов вагона для жестких и упругих скользунов, имеют различную конструкцию. Однако на практике может возникнуть необходимость в подкатке те-

лежки модели 18-9771 под кузов вагона, предназначенный для эксплуатации на тележке 18-100. Поэтому конструкция наддрессорной балки предусматривает возможность установки жесткого скользуна, полностью повторяющего скользуны тележки 18-100.

В результате для экспериментальных исследований сформированы четыре варианта исполнения тележки 18-9771. Их комплектация и основные

параметры скользунов, полученные по результатам стендовых статических и динамических испытаний, приведены в таблице.

Тележки модели 18-9771 (в четырех исполнениях) проходили ходовые испытания на скоростном испытательном полигоне ОАО «ВНИИЖТ» (станция Белореченская Северо-Кавказской дороги) в составе полувагонов моделей 12-1302, 12-1303 производства

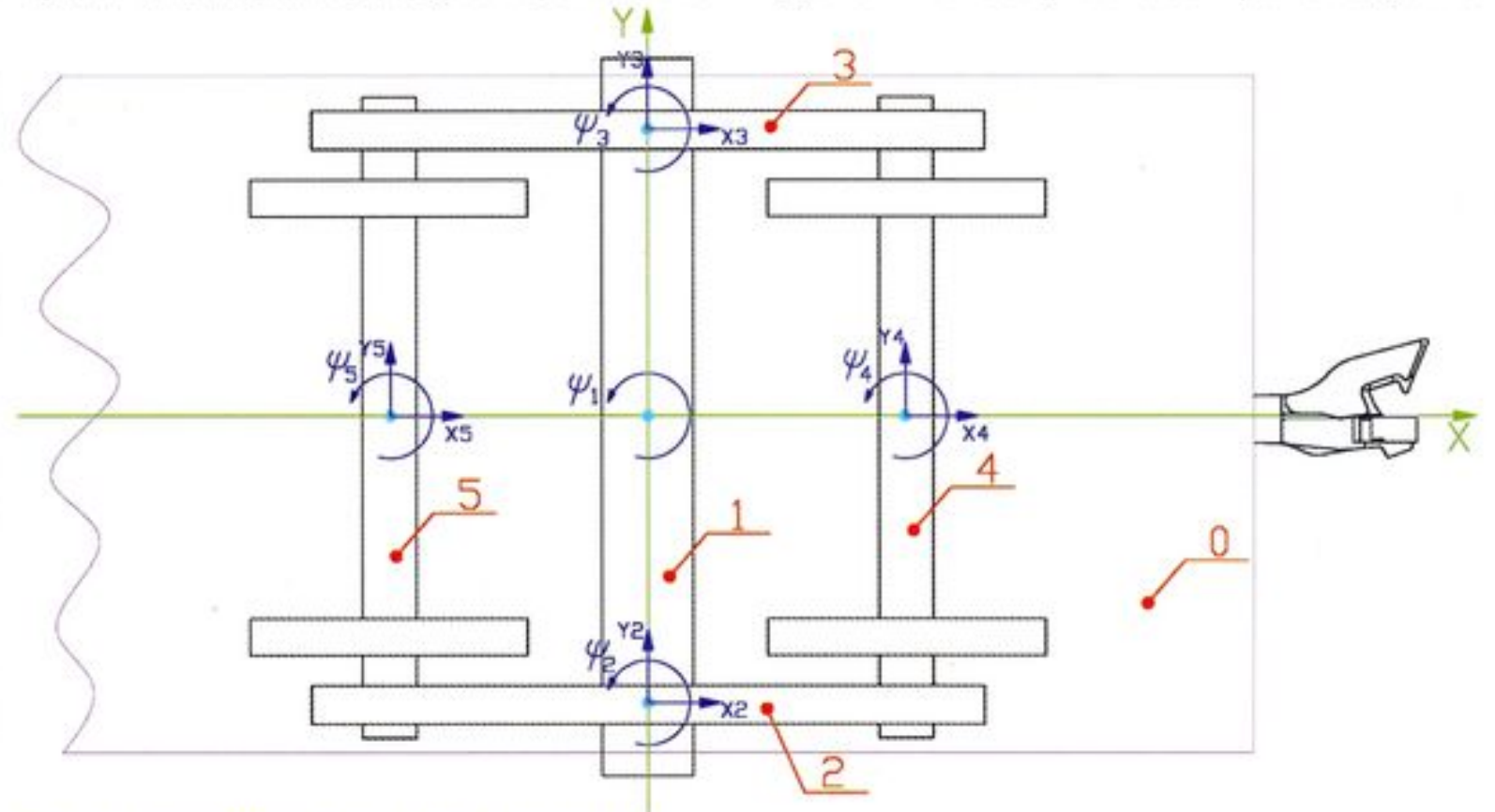


Рис. 2. Кинематическая схема тележки:

0 — кузов вагона; 1 — наддрессорная балка тележки; 2, 3 — боковые рамы тележки; 4, 5 — колесные пары

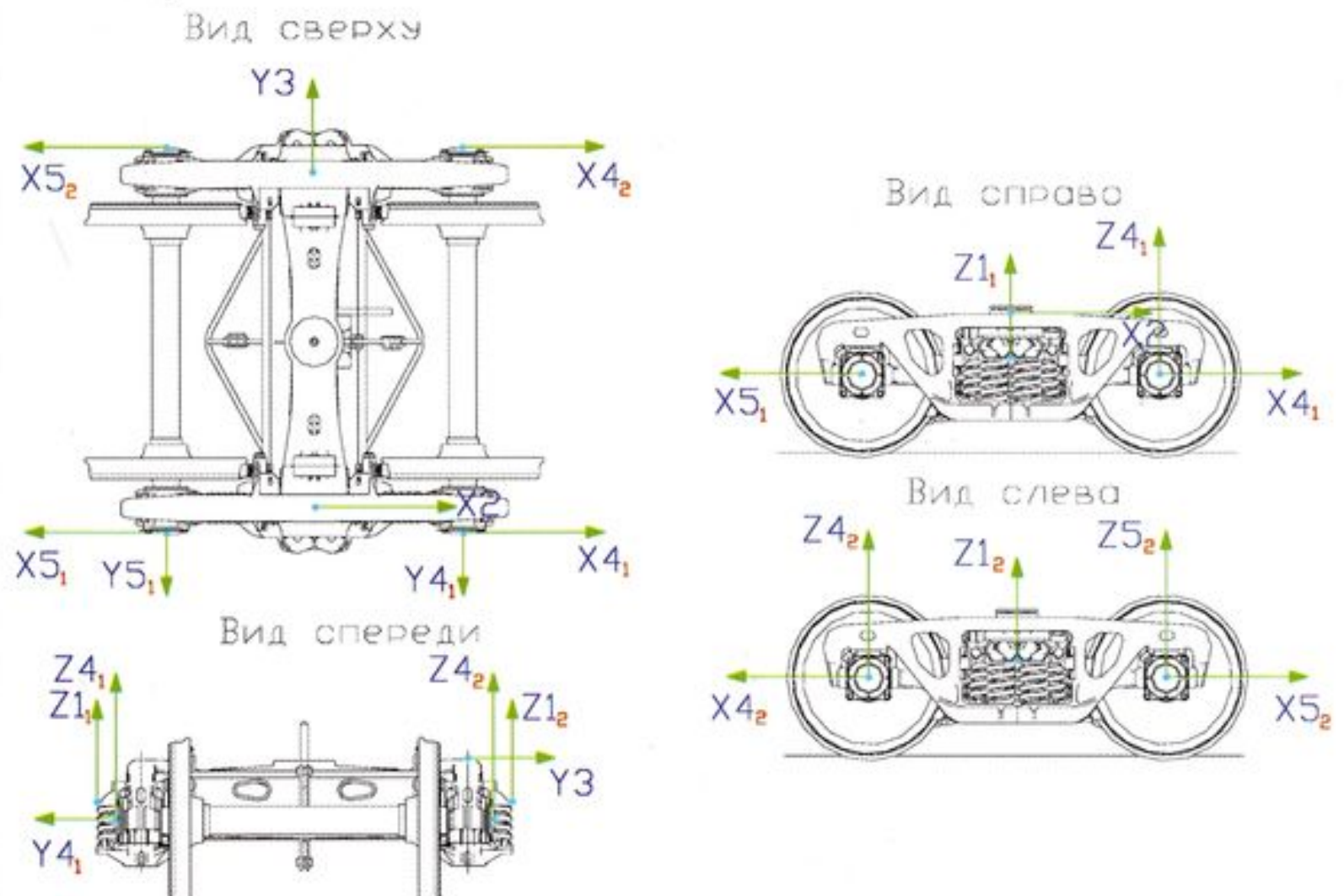


Рис. 3. Регистрируемые перемещения элементов тележек

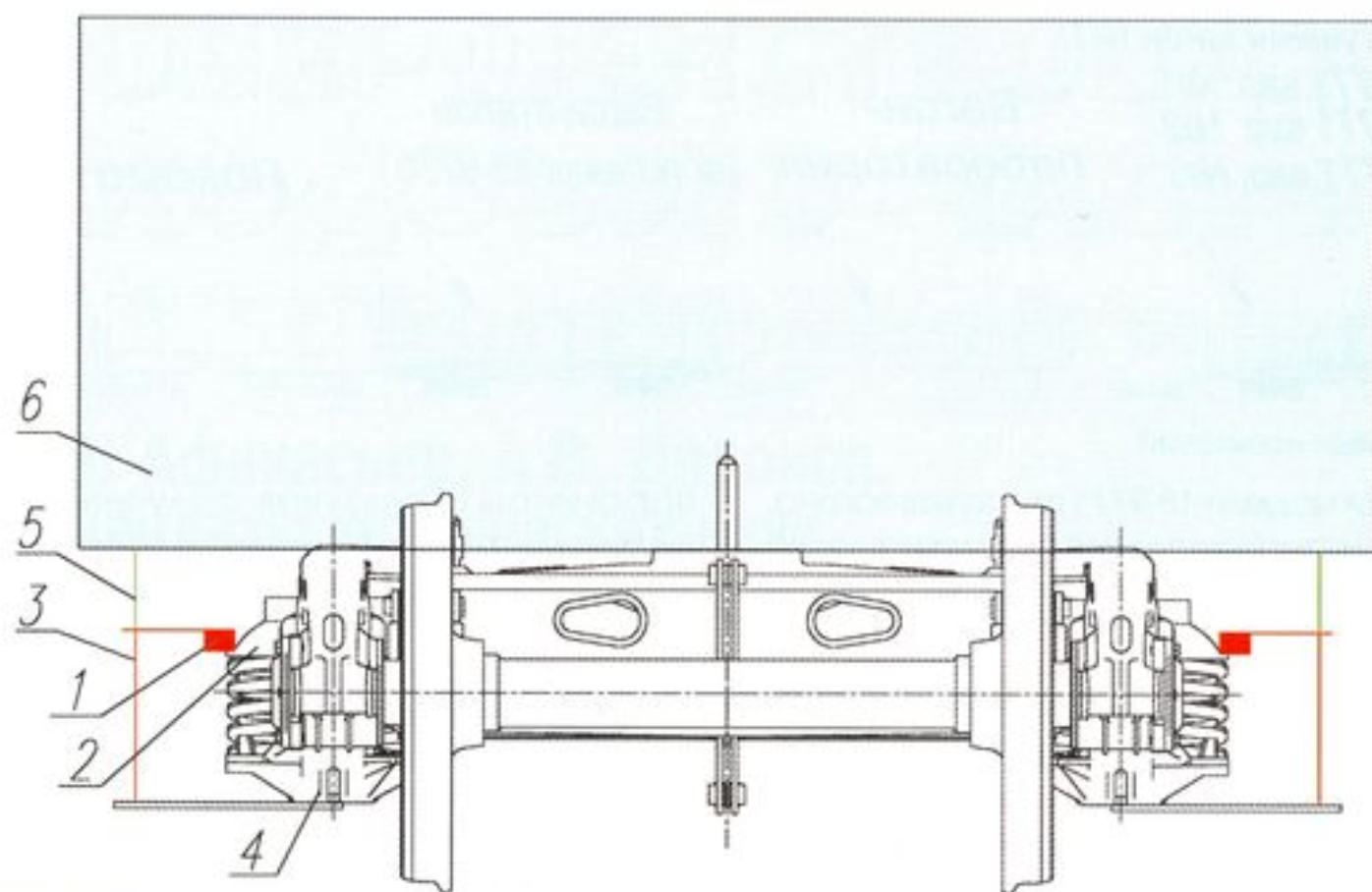


Рис. 4. Схема крепления прогибомеров для определения вертикальных перемещений: 1 — прогибомер; 2 — надрессорная балка; 3 — упругая связь; 4 — боковая рама; 5 — жесткая связь; 6 — кузов вагона

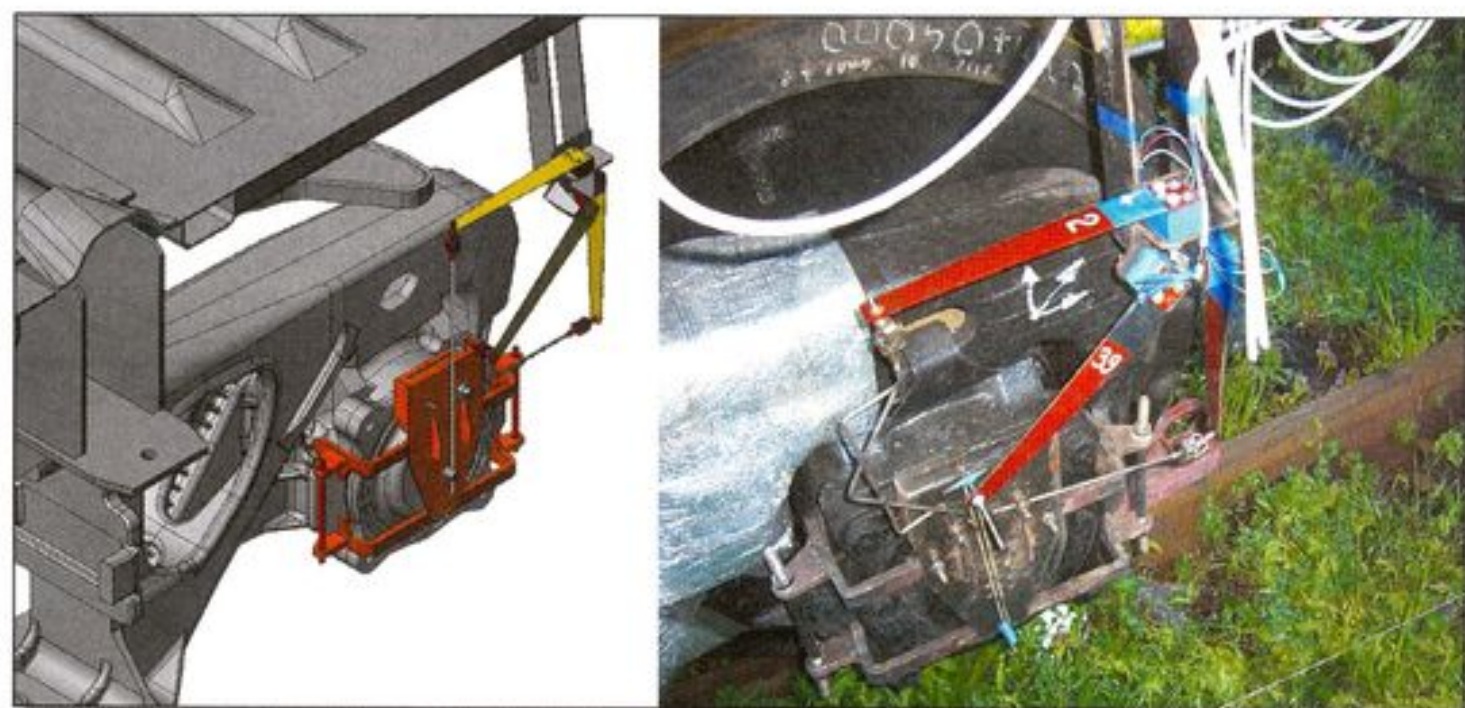


Рис. 5. Схема крепления прогибомеров для регистрации перемещений колесных пар относительно кузова по трем направлениям (продольное, поперечное и вертикальное)

ЗАО «Промтрактор-Вагон» в порожнем и груженом режимах. Для проведения опытных поездок был сформирован опытный состав по схеме, представленной на рис. 1.

Для решения поставленных задач в процессе испытаний регистрировались данные, которые условно можно разделить на динамические и кинематические показатели (взаимные перемещения элементов тележки). Опытные поездки проводились с исследуемыми тележками и эталоном одновременно.

Динамические показатели определялись в соответствии с РД 24.050.37—95. Определение кинематических показателей осуществлялось по методике, разработанной в Инженерном

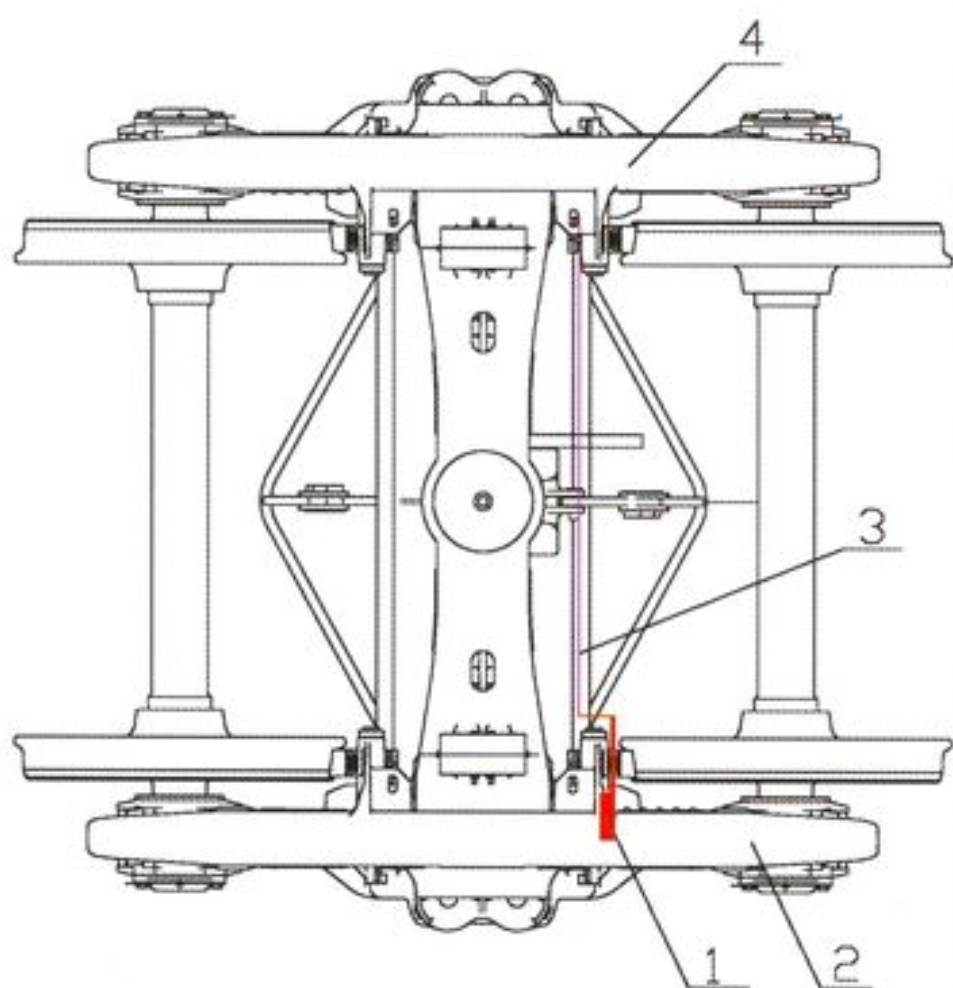


Рис. 6. Схема крепления прогибомера для регистрации взаимного забегания боковых рам тележки: 1 — прогибомер; 2, 4 — боковая рама; 3 — балка

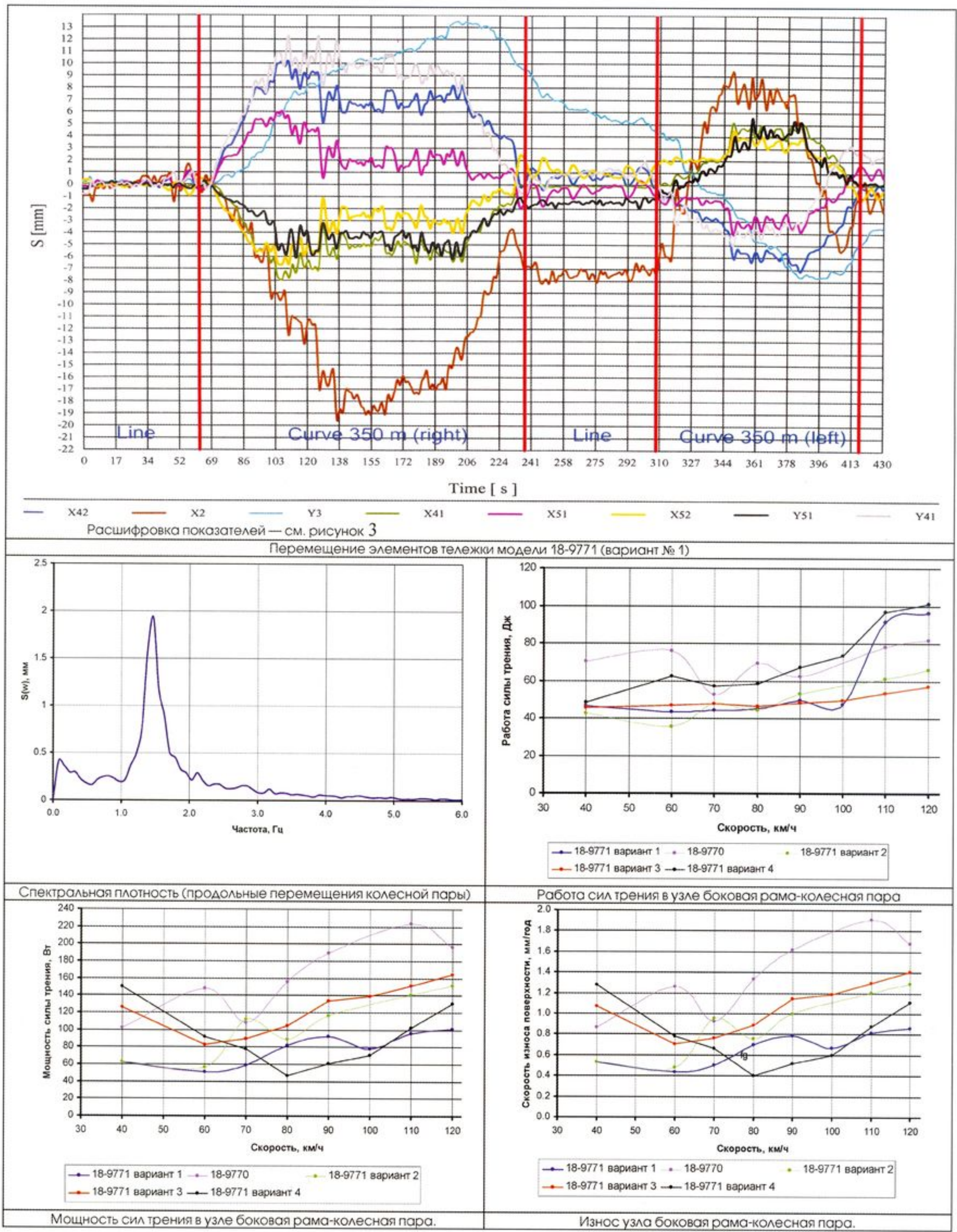


Рис. 7. Примеры характерных осциллограмм и графиков, полученные в результате обработки

Параметры скользунов, полученные по результатам стендовых статических и динамических испытаний тележек

Испытуемые тележки	Фрикционный клин	Скользун	Вертикальная жесткость скользуна, кН/мм	Рабочий ход, мм
Тележка 18-9771 Вариант 1	«Рокада»	BM 003.000 «Вагонмаш»	0,91	15
Тележка 18-9771 Вариант 2	«A.Stucki»	ISB-12 «A.Stucki»	2,12	8
Тележка 18-9771 Вариант 3	«A.Stucki»	CCB 6000 XT «A.Stucki»	1,01	15
Тележка 18-9771 Вариант 4	«Рокада»	Жесткий скользун	—	—
Тележка 18-578	«Рокада»	«УВЗ»	0,78	8

центре. В методике принята кинематическая схема тележки, представленная на рис. 2.

В качестве глобальной системы координат, связанной с кузовом вагона, принята система координат со следующим направлением осей: ось Z — направлена вверх, ось X — вдоль оси пути в направлении движения вагона, ось Y — влево по ходу движения вагона. Начало глобальной системы координат находится в центре опорной поверхности пятника кузова вагона.

В ходе испытаний регистрировались перемещения. Они показаны на рис. 3. Такой объем регистрируемых перемещений позволяет определить переме-

щения каждого элемента тележки в процессе движения вагона.

Для регистрации перемещений элементов тележек применялись пластинчатые прогибомеры со специально разработанными приспособлениями для их крепления:

- ✓ вертикальные перемещения наддрессорной балки относительно кузова регистрировались при помощи прогибомеров, установленных на обоих концах наддрессорной балки и соединенных упругой связью с боковыми рамами и через жесткую связь — с кузовом вагона (рис. 4);

- ✓ перемещение колесных пар относительно кузова регистрировалось

прогибомерами по трем направлениям (продольному, поперечному и вертикальному, рис. 5);

- ✓ взаимное забегание боковых рам регистрировалось с использованием прогибомера, установленного на боковой раме и жестко соединенного балкой с другой боковой рамой (рис. 6).

По результатам проведенных испытаний были получены осциллограммы перемещений элементов тележки модели 18-9771. Данные диаграммы были подвергнуты идентификации процесса и фильтрации.

После анализа колебательных процессов были получены частоты колебаний элементов тележки, построены спектральные плотности процессов, определены мощность и работа сил трения элементов тележки. Примеры характерных осциллограмм и графиков, полученные в результате обработки, представлены на рис. 7.

Таким образом, разработанная в Инженерном центре методика позволяет получать экспериментальные данные перемещений элементов тележки в процессе движения вагона.

Предложенная методика обработки сигнала дает возможность создать компьютерную модель фактических перемещений элементов тележки в ходе движения вагона, позволяет определять частоты и амплитуды взаимных перемещений пар трения тележки, вычислять мощности сил трения в узлах кинематического взаимодействия узлов трехэлементных тележек, прогнозировать скорость износа основных узлов тележки.

Указанная методика апробирована при сравнительных ходовых динамических испытаниях тележки модели 18-9771 в различных исполнениях. Это позволило обоснованно выбрать исполнения тележки для изготовления установочной серии.

Однако при апробации указанной методики выявлен ряд недостатков, требующих доработки. В настоящее время их устраняют специалисты Инженерного центра, чтобы использовать разработанную методику при проведении экспериментальных исследований ходовых частей, модернизация и разработка которых неизбежна в настоящее время.

ВАМ ПРЕДЛАГАЮТ НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

Государственное образовательное учреждение «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ГОУ «УМЦ ЖДТ») издало:

Учебное пособие для профессиональной подготовки слесарей, осмотрщиков-ремонтников вагонов, бригадиров и мастеров пунктов технического обслуживания **«Конструкция, техническое обслуживание грузовых вагонов»**. Автор Л.С. Павлюкова, 2009. — 224 с. Цена: 170,50 руб.

В учебном пособии изложены сведения о конструкции современных грузовых вагонов, описаны работа пунктов технического обслуживания, классификация осмотра и текущего ремонта, виды и сроки технического обслуживания, организация работы осмотрщика-ремонтника, контроль технического состояния в парках. Дана характеристика вагонного парка с учетом изменений, происшедших в последние годы, описаны конструкция грузовых вагонов с учетом современных требований и средства технической диагностики вагонов. Отражены методы выявления неисправностей. Указаны основные требования по охране труда при техническом обслуживании и ремонте вагонов.

Пособие может быть полезно всем работникам железнодорожного транспорта, связанным с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом грузовых вагонов.

Учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. **«Эффективность корпоративного управ-**

ления на железнодорожном транспорте». Авторы Н.П. Терешина, А.В. Сорокина, 2009. — 206 с. Цена: 269,50 руб.

В пособии рассмотрены вопросы формирования и оценки корпоративного управления на железнодорожном транспорте. Отличительной особенностью пособия является то, что в нем рассмотрено управление крупнейшей компанией железнодорожного транспорта ОАО «РЖД» как холдинга, представлены перспективы развития холдинговых отношений на железнодорожном транспорте, проанализирована структура управления дочерними и зависимыми обществами, показана адаптация международных принципов и стандартов корпоративного управления применительно к управлению на железнодорожном транспорте, впервые предложена оценка корпоративного управления на железнодорожном транспорте на основе сбалансированной системы показателей.

Предназначено пособие для студентов старших курсов учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям, а также для практических работников железнодорожного транспорта и других отраслей, аспирантов и научных работников.

Заявки на приобретение учебной литературы с указанием своего почтового адреса следует направлять в ГОУ «УМЦ ЖДТ»: 107078, г. Москва, Басманный пер., 6, тел./факс: (495) 262-12-47.

E-mail: marketing@umczdt.ru или в его филиалы (адреса филиалов на сайте www.umczdt.ru).

ЧТО ПОКАЗЫВАЕТ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕЛЕЖКИ 18-9810

На недавнем совместном заседании Комиссии по совершенствованию методики ценообразования на железнодорожную технику, Комитета по координации локомотивостроения и их компонентов и Комитета по координации производителей грузовых вагонов и их компонентов Некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» специалисты Института проблем естественных монополий (ИПЕМ) представили пример практического применения методики ценообразования на новую железнодорожную технику.

Современные требования к производителям железнодорожной техники предполагают создание инновационных технических средств, которые обеспечат как снижение себестоимости производства техники, так и удешевление ее эксплуатации. Принятая в апреле 2009 г. Хартия о взаимодействии ОАО «РЖД», НП «ОПЖТ» и российских предприятий транспортного машиностроения — производителей железнодорожной техники, узлов и компонентов предусматривает совершенствование процесса ценообразования на выпускаемую продукцию, в том числе и переход до 2011 г. с затратного метода формирования цены новых видов железнодорожной техники на метод определения цены исходя из стоимости ее жизненного цикла.

Методологию оценки стоимости жизненного цикла, предлагаемую специалистами ИПЕМ, можно использовать не только для оценки инновационных целостных продуктов железнодорожного машиностроения (вагонов, локомотивов и т.д.), но и для отдельных компонентов и сложных систем — например, тележек грузовых вагонов.

В данном случае методика была применена для сравнительного расчета экономической эффективности двух тележек грузовых вагонов — отечественной модели 18-100 и модели 18-9810, созданной на основе тележки «Barber S-2-R», с осевой нагрузкой 23,5 тс. Тележка модели 18-9810,

выпуск которой готовится на Тихвинском вагоностроительном заводе (ТВСЗ), рассматривается как альтернатива отечественной модели 18-100. В настоящее время около 85% грузовых вагонов, работающих на железных дорогах России, оснащены тележками модели 18-100 либо идентичными модернизированными моделями тележек, полностью взаимозаменяемыми с 18-100.

В силу применения более качественных элементов, которые обеспечивают лучшие эксплуатационные параметры и более высокие показатели надежности, инновационная тележка модели 18-9810 Тихвинского завода является более дорогой. Однако железнодорожная техника — продукция долгого срока службы, поэтому ее экономическую эффективность надо оценивать по стоимости всего срока службы — стоимости жизненного цикла (СЖЦ). Именно на вопрос как адекватно оценить стоимость владения техникой за весь срок службы и сравнить с другими образцами, представленными на рынке, и дает ответ методика, доработанная комиссией.

В расчете изначально было сделано предположение, что два условных вагона (на старых и новых тележках) будут совершать одинаковую работу по перевозке груза. Таким образом, в расчете оценивались только расходы на эксплуатацию и ремонт тележки старого поколения и новой тележки.

В связи с тем, что тележка 18-9810 на сети еще не эксплуатируется, источником информации обо всех необходимых ремонтах и обслуживании являлось техническое задание на ее проектирование. Основное отличие новой тележки в том, что за счет специальной пространственной конструкции фрикционных клиньев сопротивление забеганию боковых рам такой тележки гораздо выше, чем у тележки 18-100, что резко снижает износ колесных пар.

Кроме того, система подвешивания с кусочно-линейной характеристикой улучшает показатели вертикальной динамики и уменьшает воздействие на путь. А в конструкции применены необ-

служиваемые кассетные подшипники со сроком службы до 1 млн. км. Все это по совокупности дает преимущества тележки «Barber S-2-R» перед устаревшим отечественным аналогом, но их можно оценить только в течение всего срока службы. Предлагаемая методика как раз и позволяет это преимущество перевести в количественные (стоимостные) показатели.

Оценив все расходы, возникающие при эксплуатации вагонокомплектов с базовыми и новыми тележками, можно констатировать, что эти затраты сводятся к расходам на различные виды ремонта вагонокомплектов и, таким образом, могут быть рассчитаны, исходя из фактических показателей по тележке 18-100, а также технического задания на тележку 18-9810.

Согласно расчетам, общая стоимость владения для тележки «Barber S-2-R» меньше на 58 %, т.е. вагоны будут почти в два раза экономичней. Интегральный экономический эффект от использования тележки типа «Barber S-2-R» заключается более чем в двукратном увеличении пробега колесных пар, уменьшении частоты и объемов регламентных работ, снижении количества отцепок в текущий отцепочный ремонт и сокращении простоя вагонов за счет увеличения надежности узлов и деталей.

Определив в соответствии с данной методикой экономический эффект и коэффициент ее учета, получилось, что если цена на вагонокомплект с инновационной тележкой 18-9810 будет установлена, например, на уровне 1 млн. руб., то 84,4 % экономического эффекта от замены тележек достанется покупателю вагонокомплекта, а 15,6 % останется в распоряжении его производителя.

Проведенные расчеты наглядно демонстрируют преимущества использования метода определения лимитной цены продукта на основе оценки стоимости его жизненного цикла, так как учитывают множество факторов, остающихся «за кадром» при затратном способе формирования цены. Например, таких, как увеличение межремонтного пробега, снижение эксплуатационных затрат, увеличение срока службы и др.

Использование такой методики при оценке СЖЦ позволит применять единый подход и сделать ценообразование прозрачным, более информативным для покупателя. Кроме ценообразования, использованная методология может быть использована собственниками для принятия решения о выборе лучшего с экономической точки зрения продукта.