

Инновационный грузовой подвижной состав железных дорог и его высокотехнологичное производство

Ю. П. БОРОНЕНКО, докт. техн. наук, профессор,

заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» Петербургского государственного университета путей сообщения



Увеличение производительности грузовых вагонов — один из эффективных путей повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Разработан ряд инновационных моделей подвижного состава, в которых повышение грузоподъемности, допускаемых скоростей движения достигается за счет изменений в конструкции вагона и применения новой технологии создания узлов и деталей.

Для усиления позиций на рынке грузовых перевозок железнодорожный транспорт должен использоваться там, где его преимущества проявляются в наибольшей степени. Основной потенциал железнодорожного транспорта — транспортные потоки с большим объемом грузов и значительной дальностью перевозок. Учитывая возрастающую конкуренцию автомобильного транспорта, который в последние годы существенно повысил свою производительность за счет применения автопоездов с полуприцепами и прицепами, можно утверждать, что железнодорожному транспорту необходим рост производительности грузовых вагонов.

Основными направлениями повышения производительности грузовых вагонов являются увеличение грузоподъемности, сокращение оборота вагонов, уменьшение времени на текущие и плановые ремонты.

Наиболее очевидные пути увеличения грузоподъемности вагонов:

- увеличение допустимых осевых нагрузок;
- увеличение вместимости;
- снижение массы тары вагонов.

Для увеличения допускаемых осевых нагрузок необходимы новые тележки, дружественные к пути. Для повышения вместимости нужен переход на новые габариты Тпр и Тц. Для снижения массы тары требуется применение новых высокопрочных сталей. Сокращения оборота вагонов можно достичь за счет увеличе-

ния скоростей движения, повышения универсальности (расширение номенклатуры перевозимых грузов сокращает порожний пробег, а оборот вагона), совершенствования способов погрузки-выгрузки. Для увеличения межремонтных пробегов необходимо существенное повышение надежности вагонов, которого можно достичь, усовершенствовав все научно-техническое обеспечение создания и производства вагонов.

Совместный проект

Специалисты Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС) и ОАО «НВЦ „Вагоны“» постоянно работают над решением задач, вытекающих из Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. Их проект «Разработка и создание высокотехнологичного производства инновационного грузового подвижного состава железных дорог» стал победителем в открытом конкурсе 2010 г., объявленном Министерством образования и науки РФ по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства с участием высшего учебного заведения [1].

Заказчиком этой работы выступила «Русская корпорация транспортного машиностроения» в лице заводов ОАО «Рузхиммаш» (г. Рузаевка, Мордовия) и ООО «ВКМ-Сталь» (г. Саранск, Мордовия).

Проект направлен на внедрение новейших достижений в ходе изучения проблем взаимодействия «колесо — рельс» и прочности новых материалов в конструкциях подвижного состава. К его целям относятся:

- увеличение допустимых осевых нагрузок до 25–27 тс без существенного возрастания вредного воздействия на путь и создание на этой основе грузового подвижного состава увеличенных грузоподъемности и вместимости;
- повышение допускаемых скоростей движения скоростных грузовых вагонов до 140 км/ч, а обычных — до 120 км/ч за счет применения амортизации соединения «букса — рама тележки» и тормозных систем с действием двух тормозных колодок на колесо.

Основой проекта является создание типоразмерного ряда из трех новых тележек с осевыми нагрузками 20 тс (скоростная), 23,5 тс (дружественная к пути) и 25–27 тс (для большегрузных вагонов) [2; 3], а также четырех типов вагонов.

ФГБОУ ВПО ПГУПС провело научные исследования и осуществляет проектирование самих инновационных вагонов, технологии их изготовления, а также будет проводить их испытания. Рабочую конструкторскую документацию разработали ОАО «Рузхиммаш» и ЗАО «ВКМ-Инжиниринг». К научно-исследовательским, опытно-конструкторским работам привлечены не только ученые вуза, но и представители науки из ВНИИЖТ, ВНИИТрансмаш, НВЦ «Вагоны», известных своими достижениями.

Основные технические решения новых вагонов и тележек защищены патентами [4–7], их общие виды и основные различия показаны на рис. 1–4.

Новая концепция безопасности

Важной задачей в создании инновационных вагонов является обеспечение

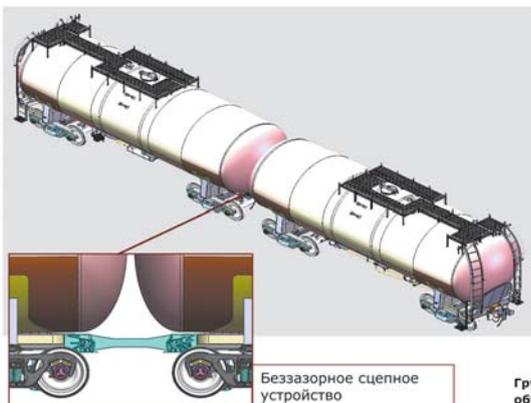


Грузоподъемность — 84 (76) т
Объем — 99 м³

Отличия:

- увеличена грузоподъемность до 84 (76) т при осевой нагрузке 27 (25) т (+20%);
- снижена тара вагона до 24 т;
- увеличен объем кузова до 99 м³ (+12,5%);
- применена новая тележка с допускаемой нагрузкой от оси 25(27) т/ось;
- увеличен межремонтный пробег до 500 тыс. км;
- применен новый габарит Тпр

Рис. 1. Полувагон глухондонный модели 12-9893 в габарите Тпр с осевой нагрузкой 27 (25) т/ось (разработчики — ПГУПС, НВЦ «Вагоны», Рузхиммаш)



Безазорное сцепное устройство

Грузоподъемность — 145,5 т, тара — 55,5 т, объем — 192 м³

Отличия:

- увеличена грузоподъемность до 145,5 т при осевой нагрузке 25 т (+20%);
- увеличен объем кузова (двух котлов) до 192 м³ (+40%);
- применена новая тележка с допускаемой нагрузкой от оси 25 т/ось;
- применен новый габарит Тпр

Рис. 2. Двухсекционная восьмиосная цистерна для бензина и светлых нефтепродуктов модели 15-9892 (разработчики — ПГУПС, НВЦ «Вагоны», Рузхиммаш)



Грузоподъемность — 90 т, тара — 30 т

Отличия:

- применена новая тележка модели 18-9890 с осевой нагрузкой 20 т;
- увеличена конструкционная скорость до 140 км/ч (+17%);
- обеспечена допустимая скорость по тормозам и воздействию на путь до 140 км/ч на путях ОАО «РЖД» (+56%)

Рис. 3. Скоростная вагон-платформа сочлененного типа модели 13-9894 (разработчики — ПГУПС, НВЦ «Вагоны», Рузхиммаш)



Грузоподъемность — 72 т, тара — 28 т

Отличия:

- увеличена грузоподъемность до 72 т (+4%);
- обеспечена возможность перевозки трех 20-футовых контейнеров, крупнотоннажных контейнеров по ГОСТ 18477-79 типа 1А, 1АА, 1ААА, 1С, 1СС, колесной техники, тарноштучных грузов и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков;
- применение стали 390-го класса прочности
- применена новая тележка модели 18-9889 с осевой нагрузкой 25 т

Рис. 4. Четырехосная вагон-платформа модели 13-9895 (разработчики — ПГУПС, НВЦ «Вагоны», Рузхиммаш)

их эффективными тормозами. Существующая нормативная база по проектированию тормозов вагонов опирается на опыт эксплуатации вагонов при традиционных осевых нагрузках и скоростях движения, а имеющееся оборудование не позволяет реализовать необходимое тормозное усилие без юза. Поэтому для повышения тормозной эффективности вагонов при увеличении осевой нагрузки или конструкционной скорости тормозная передача оборудуется двухсекционными колодками, а тележки — новыми авторежимами. К их созданию привлечены специалисты ОАО «Фритекс» и ОАО «Ритм», которые не только помогли решить возникшие проблемы, но и обеспечили поставку инновационных комплектующих.

Концепция безопасности новых тележек потребовала доработки методов расчета, так как опыт эксплуатации последних лет показал, что изломы боковых рам происходят не в последние годы службы, как предсказывает теория усталости, а в первые 3 года после изготовления. Была выдвинута новая концепция: если в детали может быть дефект, который окажется меньше того, что обнаруживается применяемыми методами диагностирования, то она должна конструироваться так, чтобы избежать роста трещины. Это потребовало применения теории трещиностойкости, из которой следует, что коэффициент интенсивности напряжений должен быть меньше его порогового значения k_{th} , при котором трещина начинает развиваться. Получение новых характеристик трещиностойкости для применяемых в вагонном литье сталей требует проведения множества трудозатратных экспериментов и специального оборудования, которое изготавливается ООО «Нанотек».

Контроль качества

На основании проведенных исследований и расчетов в конструкции боковых рам тележек внесены изменения, позволяющие предотвратить образование литейных дефектов. Оценку эффективности предлагаемых решений специалисты ОАО «ЦНИИМ-Инвест» провели путем компьютерного моделирования литья отливок в сухие песчаные формы, изготовленные вакуумно-пленочной формовкой с использованием программы «Magma Soft». Это позволило определить основные термические узлы и принять меры по предотвращению формирования дефектов усадочного характера на стадии проектирования. Для проверки качества изготовления отливок спе-

циалисты кафедры «Методы и приборы неразрушающего контроля» ПГУПС предложили применить технологическую линию, которая предусматривает четыре вида контроля:

- визуально-измерительный с контролем шероховатости поверхности зон обязательного неразрушающего контроля (НК);
- магнитопошковый — для выявления поверхностных зон обязательного НК;
- ультразвуковой — для выявления внутренних дефектов;
- ультразвуковой — для контроля толщин стенок деталей.

После устранения дефектов, обнаруженных на основной линии, предлагается проводить повторный контроль с возвратом на основную линию. Новая технология НК, испытания на специально разрабатываемом оборудовании и увеличенная прочность новых рам позволяют ожидать полного исключения изломов деталей тележек в эксплуатации.

Проект технологии производства

ЗАО «Техвагонмаш» разработал проект высокотехнологичного производства на

основе перенастраиваемых линий сборки и сварки основных узлов вагонов. ОАО «Ружхиммаш» и ООО «ВКМ-Сталь» по результатам проекта завершают изготовление опытных образцов вагонов.

Проведенные ОАО «НВЦ „Вагоны“» предварительные испытания элементов кузова и тележек показали положительные результаты. Ходовые испытания тележки с уменьшенным воздействием на путь, проведенные ОАО «ВНИКТИ», также подтвердили правильность заложенных технических и технологических решений [8].

Заинтересованность в приобретении инновационных вагонов проявляют многие грузовые компании, но перед их массовым внедрением необходимо определить сроки введения габарита Тпр и маршруты курсирования вагонов с осевыми нагрузками 27 т.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ

ЛИТЕРАТУРА

1. Титова Т. С., Бороненко Ю. П., Мишин В. Н. Создание высокотехнологичного производства и инновационного грузового подвижно-

го состава железных дорог // Тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». СПб., 2011.

2. Турутин И. В., Орлова А. М., Рудакова Е. А. Конструкция тележек моделей 18-9889 и 18-9890 для инновационных четырех- и шестигосных грузовых вагонов // Тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». СПб., 2011.

3. Рудакова Е. А., Орлова А. М., Саидова А. В. Исследование необходимости упругой связи колесной пары и боковой рамы тележки для улучшения ходовых качеств грузовых вагонов // Тезисы докл. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». СПб., 2011.

4. Пат. № 111500 РФ от 20.12.2011 г. на полезную модель «Вагон-цистерна с двумя котлами».

5. Пат. № 110045 РФ от 16.06.2011 г. на полезную модель «Вагон-цистерна».

6. Пат. № 111085 РФ от 10.12.2011 г. на полезную модель «Двухосная тележка грузового вагона».

7. Пат. № 110044 РФ от 16.06.2011 г. на полезную модель «Полувагон глухондонный».

8. Рыбников В. В. и др. Ходовые качества грузового вагона на тележках ДП-3 // Техника железных дорог. 2012. № 2.

The screenshot shows the website interface for 'TRANСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ'. The top navigation bar includes links for 'О нас', 'Партнеры', 'Карта сайта', and 'Координаты'. The main content area is titled 'Новости отрасли' and contains several news items with dates and brief descriptions. A sidebar on the left offers services like 'Регистрация', 'Заявка на ведение блога', 'Библиотека', 'Консультации', and 'Форум'. A large watermark 'www.rostransport.com' is prominently displayed across the bottom of the page, with a hand cursor icon pointing to it. On the right side, there are images of the journal 'Транспорт Российской Федерации'.