

Особенности разработки скоростного сочлененного вагона-платформы для перевозки контейнеров



К. В. Кожокар,
аспирант кафедры
«Вагоны и вагонное
хозяйство», Петербургский
государственный
университет путей
сообщения

«Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. (Белая книга ОАО «РЖД») ориентирует вагоностроителей на создание новых типов и образцов подвижного состава, обеспечивающих повышение надежности и безопасности эксплуатации. Поставленная цель должна быть достигнута путем создания платформы для перевозки контейнеров с увеличенной конструктивной скоростью и сниженной массой тары вагона. Как следствие, повысится производительность вагона за счет сокращения времени оборачиваемости платформ на маршруте и произойдет увеличение межремонтного пробега.

Повышение интенсивности развития железнодорожных контейнерных перевозок в России возможно при повышении их эффективности и конкурентоспособности относительно других видов транспорта. В связи этим возникает необходимость выбора технических решений скоростной платформы, которая в поездах постоянного формирования увеличит скорость доставки контейнеров в пункт назначения. Разработка нового вагона-платформы потребовала применения новых технических решений в конструкции вагона.

Особенности разработки сочлененного вагона-платформы

При разработке скоростного сочлененного вагона-платформы предъявлялись следующие требования:

- увеличить конструктивную скорость вагона-платформы до 140 км/ч;
- обеспечить ремонтпригодность, безопасность эксплуатации и технологичность изготовления вагона;
- обеспечить тормозную эффективность, так как существующие тормоз-

ные системы не позволяют обеспечить необходимый тормозной путь 1400 м со скоростью 140 км/ч.

Эти требования, согласно [1], достигались за счет:

- снижения веса тары вагона;
- повышения количества перевозимого груза одним вагоном;
- применения нового тормозного оборудования;
- увеличения межремонтного пробега.

Для рационального выбора технических решений для начала необходимо произвести обзор существующих конструкций. Для обзора были разработаны критерии выбора технических решений (рис. 1).

Были проведены обзор и анализ существующего парка вагонов-платформ для перевозки контейнеров. В результате анализа выявлено, что разрабатываемый скоростной вагон-платформа для перевозки контейнеров не имеет аналогов в отечественном вагоностроении. Поэтому стояла задача разработки нового инновационного вагона с повышенными скоростями движения.

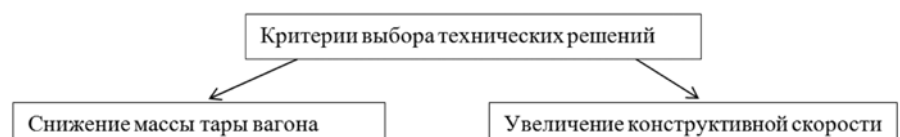


Рис. 1. Критерии выбора технических решений

Основная проблема на этапе разработки – обеспечение минимальной массы тары для скоростной платформы 140 км/ч. В соответствии с ГОСТом осевая нагрузка составляет 20 т/ось.

Поиск конструктивного исполнения скоростного вагона-платформы для обеспечения минимальной массы тары велся в трех направлениях:

- длиннобазная 80–90-футовая платформа на скоростных тележках;
- контейнерная 60-футовая платформа на скоростных тележках;
- сочлененная платформа 45×2 фута на скоростных тележках.

Выбор варианта исполнения осуществлялся по экономической эффективности применения платформы при перевозке крупнотоннажных контейнеров специализированными поездами. Наиболее экономически эффективным оказался сочлененный вагон-платформа.

Сочлененную платформу предлагалось составить из следующих основных сборок: двух несущих рам с фитинговыми упорами, трех тележек, подвагонного тормозного оборудования, узла сочленения SAC-1.

Размеры секций выбирали из условия размещения на сцепе двух 45-футовых контейнеров массой брутто 36 т каждый. При этом длина одной рамы принималась 13,4 м.

Рама предлагаемой к разработке платформы рассматривалась в трех исполнениях. Вариантность исполнения объяснялась необходимостью согласования технологии изготовления и оптимизацией массы тары. В процессе разработки проекта были созданы объемные модели рам, проверена техническая возможность их изготовления. Выполнены расчеты прочности с целью определения принципиальной возможности обеспечения нормативных показателей.

Первый вариант исполнения (рис. 2) – рама без хребтовой балки. Данный вариант предусматривает возможность дальнейшего развития конструкции платформы в направлении обеспечения перевозок автомобильных прицепов. Масса рамы составила 5 700 кг.

Отсутствие в средней части рамы хребтовой балки облегчает компоновку тормозной рычажной передачи. По рекомендациям ВНИИЖТ для скоростной платформы целесообразно применять пневматическое и электропневматическое торможение.

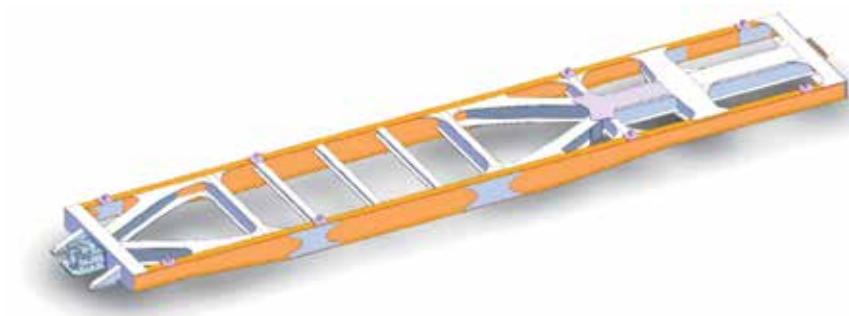


Рис. 2. Первый вариант исполнения рамы



Рис. 3. Второй вариант исполнения рамы

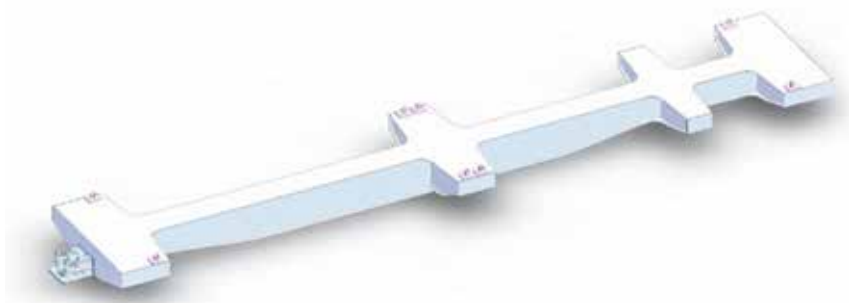


Рис. 4. Третий вариант исполнения рамы

Второй вариант исполнения (рис. 3) предусматривает наличие хребтовой и боковых балок. Это традиционный вариант исполнения платформ, технологически знакомый производству. Масса рамы составила 5900 кг.

Третий вариант исполнения (рис. 4) преследовал цель уменьшить массу тары за счет исключения боковых балок. Вместе с тем для обеспечения требуемого момента сопротивления изгибу пришлось увеличить высоту хребтовой балки в районе шкворня на 200 мм. При этом масса рамы составила 6000 кг.

Шкворневая балка во всех исполнениях имеет коробчатое сечение и штампованный пятник диаметром 300 мм.

Расчетные методы согласно [2] на стадии проектирования позволили выбрать наиболее рациональный вариант исполнения рамы вагона-платформы.

По результатам расчетов оптимальным оказался второй традиционный вариант исполнения платформ.

Обеспечение необходимой тормозной эффективности для скоростного вагона-платформы

Применительно к тормозной системе были предложены следующие технические решения для обеспечения тормозной эффективности:

- применение сдвоенной колодки (рис. 5), что позволяет повысить эффективность торможения;
- разработка и применение нового тормозного оборудования.

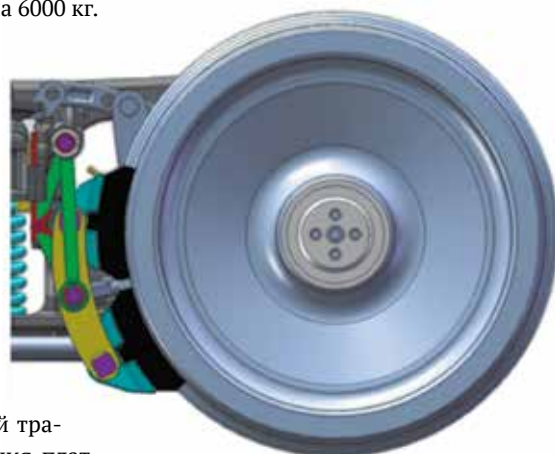


Рис. 5. Сдвоенная колодка

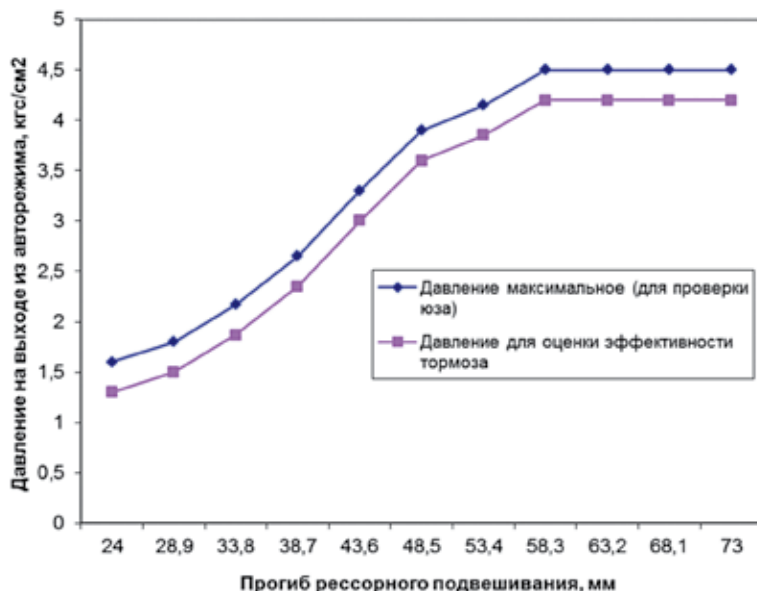


Рис. 6. Зависимость давления на выходе из авторежима

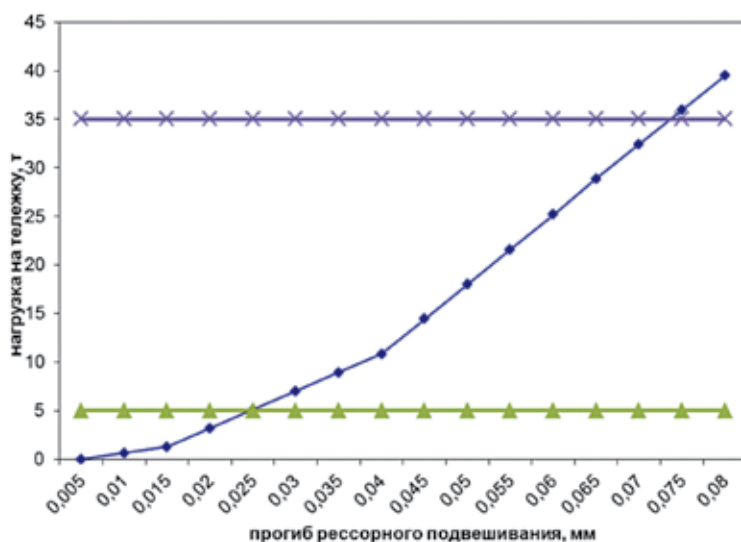


Рис. 7. Зависимость прогиба рессорного подвешивания от нагрузки на тележку

Основные технические характеристики и параметры разработанного вагона-платформы

Параметр	Значение
Перевозимые грузы	Крупнотоннажные контейнеры по ГОСТ 18477 типа 1А, 1АА, 1ААА, 1С, 1СС, 1ЕЕ, 1ЕЕЕ, рефрижераторные контейнеры
Грузоподъемность максимальная, т	90
Масса тары платформы, т	30
Коэффициент тары	0,33
Длина платформы, мм: – по осям сцепления автосцепок; – по концевым балкам рамы	28779 13400×2
Расстояние между крайним и средним пятниками, мм	11275×2
База вагона, мм	22550
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	196,2 (20,0)
Ширина рамы максимальная, мм	2450
Высота пола от уровня верха головок рельс, мм	1264
Скорость конструкционная, (км/ч)	140
Габарит по ГОСТ 9238-83	02-ВМ
Тип автосцепки полужесткого типа	СА-3
Тип устройства сочленения	SAC-1
Ходовая часть – двухосная тележка	Модель 18-9890 тип 1 ГОСТ 9246

Учитывая, что площадь сдвоенной колодки увеличена на 28 % по сравнению со стандартной композиционной колодкой (при этом характеристики материала сохраняются), и экспериментально полученная зависимость расчетной силы нажатия от действительной в данном случае неприменима, в расчете тормозной эффективности использована зависимость расчетной силы нажатия от удельного тормозного нажатия на сдвоенную колодку. Расчетная сила нажатия на тормозную композиционную колодку определялась по формуле

$$K_p = 1,22K_d \frac{16\Delta K + 1}{64\Delta K + 1}$$

где K_d – действительная сила нажатия;
 ΔK – удельное давление.

В тормозной системе вагона применен электровоздухораспределитель № 305, позволяющий сократить время подготовки тормозов к действию с 7 до 2 с.

Применение электронно-пневматических тормозов на таких железных дорогах, как Quebec Cartier Mining (QCM, Канада) или Spoornet (ЮАР), позволило сократить на 5–15 % расход топлива на тягу поездов, увеличить на 20 % пропускную способность грузонапряженных линий, улучшить управляемость поездов, повысить скорость и безопасность движения, уменьшить действующие в составе поезда продольные нагрузки, что обеспечивает сохранность грузов, наконец, продлевает срок службы узлов и деталей механической части подвижного состава (в частности тормозных колодок – на 2–35 %) [3].

В конструкции вагона-платформы использованы новые авторежимы, разработанные специально для данного вагона, с характеристиками, представленными на рис. 6.

Статический прогиб одной тележки с билинейным подвешиванием определялся по графику (рис. 7).

В расчете принималось, что порожний вагон отрегулирован на давление на выходе из авторежима на 1,3–1,6 кгс/см².

Все это позволило обеспечить эффективное функционирование автотормоза вагона-платформы, необходимый тормозной путь в соответствии с требованиями безопасности и повысить надежность работы тормозной системы.

Пневматическая схема разработанной тормозной системы представлена на рис. 8.

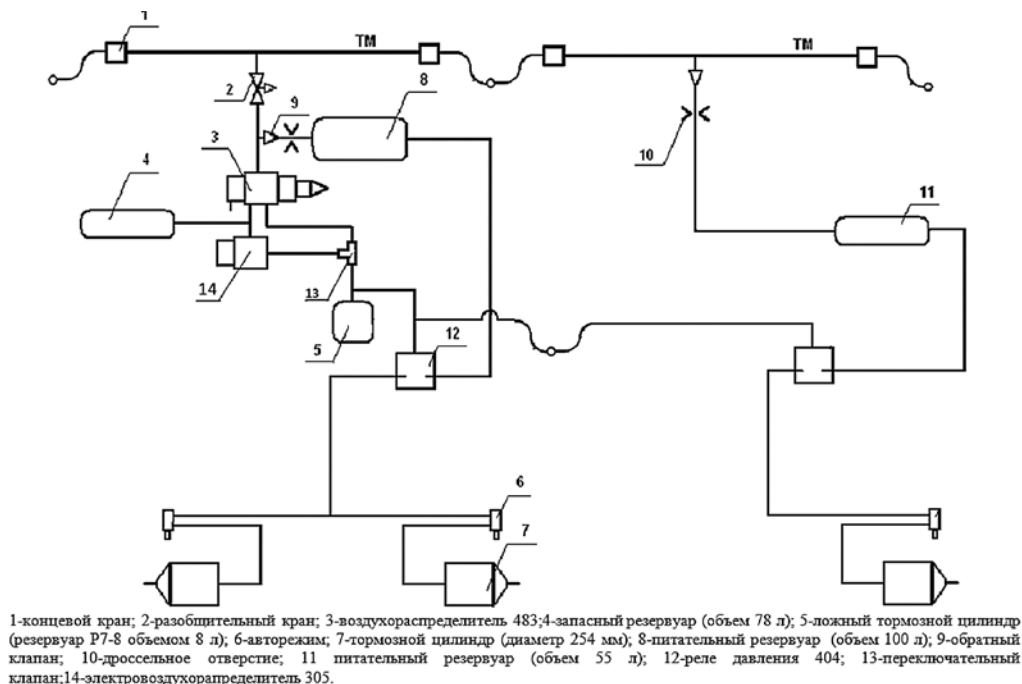


Рис. 8. Схема тормозной системы

Тормозная система содержит последовательно соединенные с тормозной магистралью воздухораспределитель 3 и электровоздухораспределитель 14, ложный тормозной цилиндр 5, реле давления 12, запасный резервуар 4, тормозные цилиндры 7 и питательные резервуары 8 и 11. На тормозную систему получен патент на полезную модель № 122960 «Тормозная система грузового вагона» [4].

Основные параметры и технические характеристики разработанного вагона

Основные параметры вагона приведены в таблице.

Разработанный сочлененный вагон-платформа (рис. 9) состоит из основных сборочных единиц:

- двух рам, соединенных шарнирным узлом сочленения SAC-1, опирающимся на пятник. Рамы отличаются друг от друга наличием пятникового или, соответственно, шарнирного элементов узла сочленения SAC-1;
- трех двухосных тележек с нагрузкой от колесной пары на рельс 20 тс;
- тормозного оборудования, установленного на каждой раме;
- упоров стационарных и опрокидывающихся, установленных на каждой раме;
- двух автосцепных устройств.

В результате проведенной работы создан вагон-платформа сочлененного типа, позволяющий одновременно перевозить два 40- или 45-футовых



Рис. 9. Вагон-платформа скоростной сочлененный

контейнера либо четыре 20-футовых. При этом масса перевозимого груза увеличивается в 2 раза при одинаковой длине состава. Как следствие происходит дополнительное снижение эксплуатационных расходов на техническое обслуживание вагонов в поезде при одинаковой длине состава в связи с уменьшением числа тележек, поглощающих аппаратов и автосцепок.

Увеличение скорости движения поездов, сформированных из вагонов с повышенной конструктивной скоростью, приведет к дополнительной экономии эксплуатационных расходов и может дать значительный экономический эффект.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Литература

1. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. (Белая книга ОАО «РЖД»). Утв. президентом ОАО «РЖД», М., 2010.
2. Нормы для расчета и проектирования вагонов, железных дорог МПС колеи 1520 мм 1996 (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996.
3. Внедрение электронно-пневматических тормозов на железных дорогах США // Железные дороги мира. 2006. № 5. С. 71–74.
4. Горюнов Г. Н., Касандров М. Д., Бороненко Ю. П., Цыганская Л. В., Смирнов Н. В., Собержанский Н. А., Набиуллин М. И., Манёнков А. В., Мишин В. М. Пат. РФ № 122960 «Тормозная система грузового вагона», 2012.