

Транспорт

УДК 629.463.4

DOI: 10.30987/1999-8775-2020-2020-2-34-42

М.В. Мануева, Д.Ю. Расин, Д.Я. Антипин, С.Н. Ашуркова

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗКИ АВТОПОЕЗДОВ И КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ

Сформулированы критерии современных конструкций вагонов-платформ для перевозки поездов и колесной техники. В их рамках предложены три оригинальных варианта конструктивного исполнения вагонов-платформ. На основе анализа их эксплуатационных, технико-экономических свойств, показателей ходовой динамики, прочности, усталостной долговечности и стоимости жиз-

ненного цикла обоснован выбор рациональной конструктивной схемы вагона-платформы для организации перевозки автопоездов и колесной техники на отечественных железных дорогах.

Ключевые слова: автопоезд, вагон-платформа, контрейлерные перевозки, прочность, показатели ходовой динамики, усталостная долговечность, стоимость жизненного цикла изделия.

M.V. Manueva, D.Yu. Rasin, D.Ya. Antipin, S.N. Ashurkova

SUBSTANTIATION OF ROLLING-STOCK DESIGN SCHEME FOR ORGANIZATION OF ROAD-TRAINS AND WHEEL EQUIPMENT TRANSPORTATION

The work is dedicated to the substantiation of design schemes of platform-cars for the organization of road-trains and wheel engineering transportation by railway. In the paper the analysis presented of rolling-stock designs for the organization of road-train and wheel equipment transportation, legislation requirements, a standard legislation for designing rolling-stock, requirements of transport operators and a logistic infrastructure existing in the country allowed formulating criteria for the choice of an efficient design scheme of a platform-car.

In accordance with the criteria accepted there are offered three versions for the design of cars. In the first two versions of platform-cars there is foreseen a lower stationary platform on a based length. The difference of the second version consists in the application of a bearing element in a truss structure as a basic one. For both designs there are obtained utility patents. The third ver-

sion provides for the presence of a load lifting platform. For the substantiation of an efficient design of a platform-car there is carried out an analysis of operation engineering-economic properties, values of driving dynamics, strength, fatigue life and a life cost of three car versions under consideration. The comparison of designs according to all parameters mentioned allowed defining the fact that taking into account the specificity of the domestic legislation, requirements of standard-regulation documentation for rolling-stock designing, and also the interests of transport operators the most efficient design scheme is a platform-car with a stationary lower level of a load platform on a base length and a bearing design of a truss type.

Key words: road-train, platform-car, contrail transportation, strength, values of driving dynamics, fatigue life, cost of product life.

Введение

Контрейлерные перевозки с применением автомобильного и железнодорожного транспорта являются перспективным видом организации транспортировки грузов, а также отвечают современным требованиям рынка логистических услуг по организации доставки груза непосредственно до заказчика. Железнодорожный транс-

порт является наиболее экономически эффективным, без предъявления жестких требований к скорости транспортировки грузов на большие расстояния (более 500 км), и совместно с автомобильным может обеспечить организацию доставки по принципу «от двери до двери» [1].

В течение последних 20 лет контрейлерные перевозки на территории стран Европы заняли существенную долю рынка транспортных услуг, в частности вследствие жестких экологических ограничений для автомобильных транспортных средств [2].

Одним из перспективных направлений использования контрейлерных перевозок является международная перевозка грузов. Данные перевозки предусматривают погрузку автопоездов на железнодорожные платформы на специально оборудованных контрейлерных площадках, находящихся в приграничных зонах сопредельных государств.

При подобной организации контрейлерных перевозок таможенное оформление

грузов производится на территории сопредельных государств, и автопоезда, погруженные и закрепленные на железнодорожных платформах, без задержек пересекают государственную границу, что позволяет значительно сократить время на процедуру пересечения государственной границы, а также снизить загруженность пограничных автомобильных переходов [3].

К основным достоинствам контрейлерных перевозок можно отнести сокращение сроков доставки грузов, улучшение аварийной обстановки на автомобильных магистралях, улучшение экологической обстановки за счет сокращения вредных выбросов в окружающую среду, снижение износа автомобильных магистралей и др.

Теоретический анализ проблемы и методы исследования

В мировой практике на сегодняшний день используются два основных способа организации контрейлерных перевозок: с применением специализированных автомобильных полуприцепов, предназначенных для транспортировки как по автомобильным дорогам, так и по рельсовой колее, и с применением специализированных железнодорожных вагонов-платформ [4].

Сама организация контрейлерных перевозок предусматривает возможность перевозки железнодорожным транспортом как автопоездов в целом, так и только полуприцепов.

Особенностью железнодорожного подвижного состава, предназначенного для перевозки автопоездов, является наличие пониженной грузовой площадки для размещения автопоезда и обеспечения вписывания вагона-платформы в соответствующие габариты.

Железнодорожные вагоны-платформы, предназначенные для перевозки автопоездов, по конструктивному признаку можно разделить на три вида: с пониженным уровнем пола, со стационарной пониженной грузовой площадкой и мобильной грузовой площадкой [4].

Первый вид платформ оборудуется специализированными ходовыми частями с колесами уменьшенного диаметра [4].

Второй и третий варианты рассчитаны на использование типовых ходовых частей грузовых вагонов. Второй и третий варианты вагонов-платформ имеют понижение уровня грузовой площадки на длине базы вагона. Во втором варианте предусматривается заезд автопоезда своим ходом на пониженную погрузочную площадку. Для этого в конструкции вагона предусмотрены наклонные ramпы. В третьем варианте вагонов-платформ грузовой площадке имеет два положения: погрузочное и транспортное. Перевод площадки из погрузочного в транспортное положение осуществляется посредством стационарно установленных на вагоне механизмов, устройств транспортного терминала или съемного оборудования.

В связи с бесспорной актуальностью организации контрейлерных перевозок для отечественного рынка грузовых коммуникаций и многообразием технических подходов для их реализации важной задачей является обоснование конструктивных схем железнодорожного подвижного состава для обеспечения контрейлерных перевозок.

Анализ отечественного законодательства в области грузовых автомобильных перевозок показал, что вариант транспортировки по железной дороге полупри-

цепы без тягача с дальнейшей его транспортировкой на станции назначения тягачом грузополучателя достаточно сложен с точки зрения оформления транспортной документации.

В связи с этим в работе в качестве груза для подвижного состава рассмотрен типовой седельный автопоезд, линейные размеры которого представлены на рис. 1 [5].

Максимальная ширина автопоезда составляет 2550 мм для рефрижераторного полуприцепа.

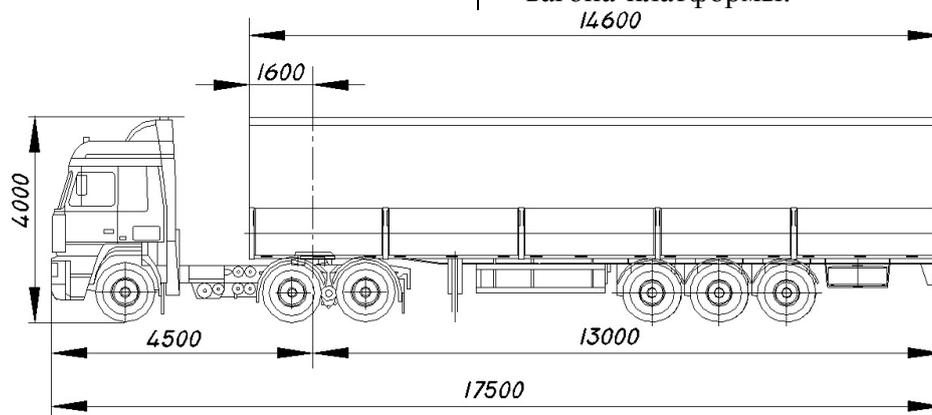


Рис. 1. Габаритные размеры автопоезда

Вагон-платформа должен обладать достаточной степенью универсальности, что подразумевает вписывание вагона с установленным на нем в транспортном положении автопоездом в габарит погрузки (специализированный «контрейлерный габарит» [7]), эксплуатироваться на типовой тележке грузового вагона, оборудоваться типовым автосцепным устройством и тормозным оборудованием и иметь возможность включения в состав грузовых поездов. Вагон должен обеспечивать погрузку

Обсуждение результатов исследования

В рамках принятых критериев коллективом кафедры «Подвижной состав железных дорог» Брянского государственного технического университета предложены три варианта конструкции вагона-платформы для перевозки автопоездов (рис. 2).

Первые два варианта вагона-платформы (рис. 2а, б) предусматривают наличие пониженной грузовой площадки

Максимальная нагрузка на оси автопоезда (в соответствии с требованиями отечественного законодательства [6]): первая ось тягача - 7 т, вторая и третья - по 6,5 т, оси полуприцепа - по 8 т.

Анализ современных требований законодательства, нормативной документации на проектирование железнодорожного подвижного состава, требований транспортных операторов и существующей в стране логистической инфраструктуры позволил сформулировать критерии выбора рациональной конструктивной схемы вагона-платформы.

с автопоезда своим ходом с «высокой платформы», без применения дополнительного подъемного и специализированного оборудования. Конструкция вагона-платформы должна удовлетворять требованиям нормативной документации к грузовым вагонам, включая возможность роспуска с сортировочной горки в порожнем состоянии, обеспечивать улучшенные технико-экономические показатели, показатели безопасности и надежности.

на длине базы и наклонные ramпы, обеспечивающие заезд автопоезда на погрузочную площадку своим ходом. В обеих конструкциях погрузка предусмотрена с торцевой части вагона, для чего на концевых балках рамы расположены откидные площадки, обеспечивающие также сквозной проезд автопоезда на соседние платформы в случае погрузки группы вагонов. Отличительной особенностью второго ва-

рианта является размещение тягача в транспортном положении передней осью на наклонной рампе. Подобное решение позволяет сократить общую длину вагона. Третий вариант конструктивного исполнения платформы (рис. 2в) предусматривает наличие на длине базы перемещаемой в вертикальной плоскости грузовой площадки. В погрузочном положении площадка поднимается до уровня пола в концевых частях вагона, обеспечивая беспрепятственный заезд автопоезда как с торцевой части вагона, так и с боковой площадки терминала. После погрузки и закрепления автопоезда площадка опускается в транспортное положение при помощи специального механизма, штатно расположенно-

го на вагоне. Все три варианта конструкции полностью соответствуют принятым в работе критериям, на первый и второй варианты конструктивного исполнения получены патенты на полезные модели [8; 9].

На следующем этапе целесообразно сравнить рассматриваемые три варианта конструктивного исполнения вагона-платформы.

С точки зрения удобства выполнения погрузочно-разгрузочных работ первые два варианта идентичны, их достоинством является отсутствие дополнительной операции, связанной с перемещением грузовой площадки, и независимость от внешних источников энергии.

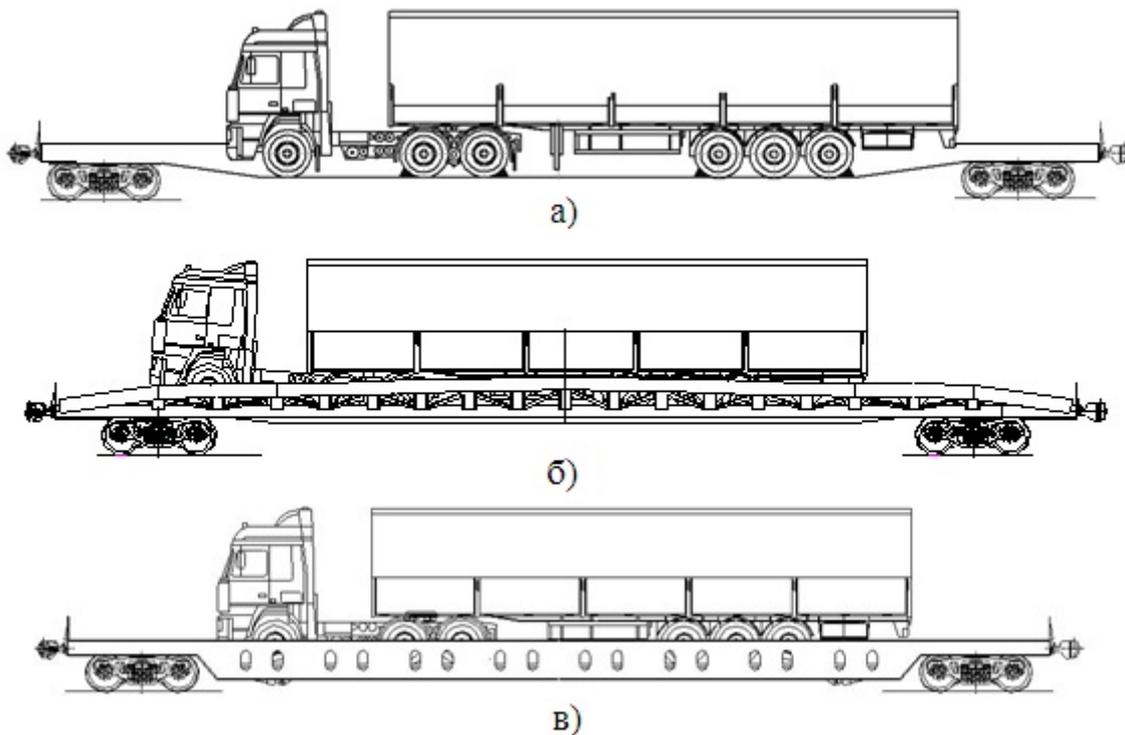


Рис. 2. Варианты конструктивного исполнения вагона-платформы: а - со стационарной пониженной грузовой площадкой; б - со стационарной пониженной грузовой площадкой и несущими балками ферменного типа; в - с подъемной грузовой площадкой

Недостатками являются ограничение погрузки (только с торцевой части вагона), необходимость заезда и выезда автопоезда по наклонной аппарели на грузовую площадку, что снижает скорость погрузочных работ, особенно при загрузке состава, состоящего из нескольких вагонов. В этом случае автопоезд должен переезжать через все вагоны-платформы, находящиеся между погрузочной площадкой терминала и грузовой

площадкой вагона-платформы, предназначенного для его транспортировки, а загрузка возможна только последовательно. Также возможны сложности с заездом и выездом на грузовую площадку при снижении коэффициента трения на наклонной аппарели вследствие действия атмосферных осадков. Разгрузка состава, состоящего из нескольких платформ, тоже возможна только последовательно. В случае необходимости разгрузки

автопоезда, расположенного не в начале или конце состава, требуется расцепка вагонов и проведение дополнительных маневровых работ.

Указанными недостатками не обладает третий вариант конструктивного исполнения вагона-платформы, который за счет поднятой в уровень пола концевых частей рамы грузовой площадки обеспечивает возможность синхронной погрузки-разгрузки нескольких платформ при боковом въезде на грузовую площадку. При погрузке с торцевой части сцепа, в отличие от первых двух вариантов, автопоезду не надо преодолевать спуски и подъемы на аппаратах, двигаясь к грузовой площадке соответствующего ваго-

на. Недостатком подобной конструкции является необходимость выполнения дополнительной операции по подъему и опусканию грузовой площадки. Кроме того, для функционирования механизма подъема вагон-платформа или состав должен быть подключен к внешнему источнику электроэнергии.

Сопоставляя основные технико-экономические характеристики вариантов вагонов-платформ (табл. 1), можно сделать вывод, что они схожи между собой, что определяется единообразием используемых ходовых частей, элементов автосцепного и тормозного оборудования, высотой уровня пола и грузовой площадки.

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели вариантов вагона-платформы

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1. Грузоподъемность, т,	44,0	44,0	44,0
2. Масса тары, т	23,0	22,0	23,5
3. Длина рамы, мм	24800	24700	23750
4. Длина по осям сцепления, мм	25960	25860	24910
5. База, мм	20000	19700	19800
6. Ширина максимальная, мм	3200	3297	3270
7. Статическая осевая нагрузка, кН	167,5	165,0	167,9
8. Скорость конструкционная, км/ч	120	120	120
9. Габарит по ГОСТ 9238-2013	0-ВМ	Т(пр)	0-ВМ
10. Модель тележки	18-100	18-100	18-100

Различие между характеристиками определяется способом проведения погрузочно-разгрузочных работ, так как у первых двух вариантов длина вагона больше, чем у третьего. Это обусловлено наличием аппарельных съездов, обеспечивающих заезд автопоездов на грузовую площадку. Частичное размещение тягача на наклонной части съезда во втором варианте позволило уменьшить длину вагона-платформы, а также его базу.

Из сопоставления тары вагонов видно, что при наименьшей длине третий вариант вагона-платформы обладает наибольшей массой, что связано с наличием механизма подъема грузовой площадки. Наименьшей массой тары обладает второй вариант, за счет использования в качестве основного несущего элемента ферменных конструкций.

С учетом специфики рассматриваемых вариантов вагонов-платформ целесообразно также сопоставить их параметры ходовой динамики, прочностные характеристики, усталостную долговечность и стоимость жизненного цикла.

Прочностные характеристики вариантов конструктивного исполнения вагонов-платформ сопоставлялись по максимальным напряжениям, возникающим в несущей конструкции рамы при действии нормативных нагрузок, рекомендуемых [10]. Напряжения определялись на основе детализированных пластинчатых конечноэлементных моделей в статической постановке. Сопоставлялись следующие параметры ходовой динамики [10]: максимальные отношения рамной силы к статической осевой нагрузке, максимальные вертикальное и боковое ускорения обрессоренных частей (в долях от ускорения свободного падения) и минимальный коэф-

фициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса.

Определение параметров ходовой динамики выполнено на основе разработанных гибридных динамических моделей, сформированных в среде программного комплекса «Универсальный механизм». Модели представляют собой системы связанных твердых и упругих тел, описывающих пространственные колебания в процессе движения по реальным неровностям пути [11]. Упругие свойства рамы вагона описываются в модели с использованием детализированных

пластинчатых конечноэлементных моделей. Автопоезд в модели представляется совокупностью абсолютно твердых тел, описывающих свойства тягача и полуприцепа. Взаимодействие автопоезда с упорами рамы вагона моделируется введением последовательно расположенных специализированных частотно-зависимых упругих элементов, описывающих работу резиновых элементов подвески и пневматических колес [3]. В качестве примера на рис. 3 представлена гибридная динамическая модель третьего варианта вагона-платформы.

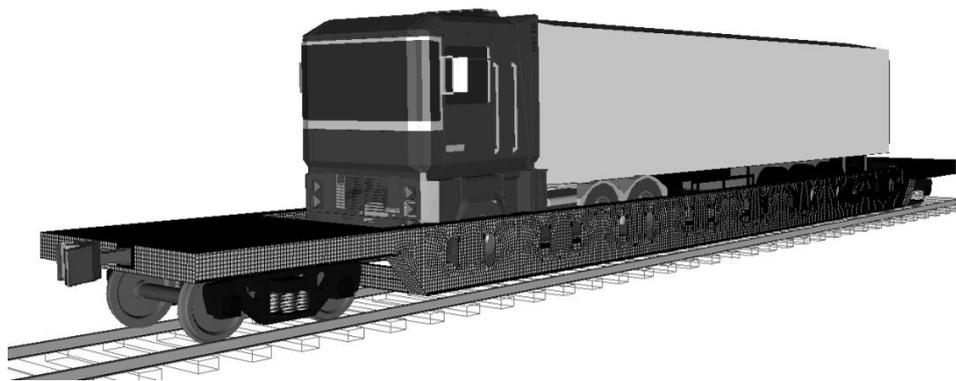


Рис. 3. Гибридная динамическая модель вагона-платформы

При сопоставлении параметров ходовой динамики рассматривалось движение вагона-платформы в груженом и порожнем режимах со скоростями в интервале 20...120 км/ч по прямым и криволинейным участкам пути различных радиусов, а также прохождение стрелочного перевода с крестовиной 1/11.

Оценка усталостной долговечности несущих конструкций вагонов-платформ выполнена по наиболее нагруженным сварным соединениям в рамках модели многоциклового усталости. В основу расчета положена модернизированная детерминированная методика С.В. Серенсена-В.П. Когаева, описанная в [3].

Стоимость жизненного цикла вагонов-платформ оценивалась по методике, рекомендованной в [12]. Поскольку результаты расчета сильно зависят от принимаемых в качестве исходных финансово-экономических показателей, расчеты проведены в сопоставлении со стоимостью жизненного

цикла вагона-платформы для контейнерно-контейнерных перевозок модели 13-9961.

Результаты моделирования и расчетов приведены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показывает, что максимальные напряжения для расчетных режимов у всех вариантов вагона-платформы не превышают допускаемых. При этом максимальные напряжения возникают во втором варианте конструкции, наименьшие - в третьем, что указывает на наличие в первом и третьем вариантах неоправданных запасов прочности. Сопоставляя параметры ходовой динамики, можно отметить, что по всем рассматриваемым критериям лучшими показателями обладает второй вариант, худшими - первый. Полученную тенденцию можно объяснить соотношением жесткостей рам вагонов-платформ.

Сравнивая усталостную долговечность конструкций, можно отметить, что наибольший срок службы сварной несущей конструкции рамы вагона-платформы

обеспечивается вторым вариантом, наименьший - третьим. Наименьший срок службы для третьего варианта конструк-

ции наблюдается в сварных швах балок крепления механизма подъема грузовой площадки.

Таблица 2

Основные технико-экономические показатели вариантов вагона-платформы

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1. Максимальные напряжения в несущей конструкции от нагрузок I-го режима [10], МПа	241,0	287,0	203,0
2. Максимальные напряжения в несущей конструкции от нагрузок III-го режима [10], МПа	189,0	210,0	165,0
3. Максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке	0,25	0,23	0,25
4. Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей (в долях от ускорения свободного падения)	0,60	0,57	0,58
5. Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей (в долях от ускорения свободного падения)	0,31	0,29	0,30
6. Минимальный коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса	1,73	1,8	1,75
7. Минимальный срок службы наиболее нагруженного сварного соединения несущей конструкции рамы вагона-платформы, лет	22,3	29,6	19,8
8. Стоимость жизненного цикла вагона-платформы (в % от стоимости жизненного цикла вагона-платформы модели 13-9961)	96	87	118

Сопоставление стоимости жизненного цикла вариантов вагона-платформы указывает, что наименьшей обладает второй вариант, наибольшей, превышающей стоимость жизненного цикла вагона-

платформы, принятого за эквивалент, - третий вариант. Полученный результат объясняется сложностью эксплуатации механизма подъема в третьем варианте вагона-платформы.

Заключение

По результатам проведенных исследований наиболее рациональной конструктивной схемой подвижного состава для организации перевозки автопоездов и колесной техники является вагон-платформа с несущей нетрансформируемой рамой, имеющий понижение грузовой площадки на длине базы. Сопоставление предложенных в работе вариантов конструкции вагона-платформы показало, что с точки зрения проведения погрузочно-разгрузочных работ наиболее рациональной является конструкция с подъемной грузовой площадкой. При этом данный вариант имеет наименьшую длину. Однако анализ других сформированных в работе критериев показал, что подобная конструкция уступает

другим вариантам по весовым характеристикам, показателям ходовой динамики, усталостной долговечности и обладает завышенной стоимостью жизненного цикла. Это объясняется наличием в конструкции сложного подъемного механизма грузовой площадки, обладающего значительной массой. Сопоставление конструкций вагона-платформы со стационарной пониженной грузовой площадкой показало, что при меньшем удобстве проведения погрузочно-разгрузочных работ и большей длине вагоны обладают меньшей массой тары и большим сроком службы, а также более низкой стоимостью жизненного цикла. Повышение жесткости несущей рамы за счет применения ферменных конструкций

позволило сохранить низкую массу тары вагона, обеспечить рациональный запас прочности и усталостной долговечности, улучшить показатели ходовой динамики и снизить стоимость жизненного цикла вагона-платформы по сравнению с аналогами.

Таким образом, с учетом специфики отечественного законодательства, требо-

ваний нормативно-технической документации на проектирование подвижного состава, а также интересов транспортных операторов наиболее рациональной конструктивной схемой является вагон-платформа со стационарно пониженным уровнем грузовой площадки на длине базы и несущей конструкцией ферменного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллова А.Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях: дис. ... канд. техн. наук. М., 2010. 335 с.
2. Barthel F., Woxenius J. Intermodal transport for small flows over short distances // *Transportation planning and technology*. 2004. № 5. P. 403-424.
3. Мануева М.В. Обоснование структуры и параметров длиннобазных вагонов-платформ для перевозки автопоездов и крупнотоннажных контейнеров: дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2012. 167 с.
4. Антипин Д.Я., Мануева М.В., Кобищанов В.В. Техническое обеспечение контрейлерных перевозок. Брянск: БГТУ, 2019. 180 с.
5. Прокофьев М.В. Автомобильные транспортные средства. Международные требования к конструкции. М.: Триада ЛТД, 2001. 120 с.
6. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам перевозки тяжеловесных грузов по автомобильным дорогам Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 9 января 2014 г., № 12 // *Собрание законодательства Российской Федерации*. 2009. № 47. Ст. 5673.
7. Лазаренко Ю.М., Аршинцев Д.Н., Завертало А.В., Бондарев В.Н., Митина Е.А., Капускина Е.В. Контрейлерный габарит погрузки, проблемы и процесс внедрения // *Вестник ВНИИЖТ*. 2017. № 1. С. 31-37.
8. Железнодорожная платформа для контрейлерно-контейнерных перевозок: пат. 135600 Рос. Федерация: МПК В61D 3/00 (2006.01) / Лукашук В.С., Куравкина С.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «БГТУ». № 2013136270/11; заявл. 01.08.13; опубл. 20.12.13, Бюл. № 35.
9. Платформа для крупногабаритной колесной техники и крупнотоннажных контейнеров: пат. 69001 Рос. Федерация: МПК В61D 3/18 (2006.01)/В61D 3/20 (2006.01) / Кобищанов В.В., Горелов С.И., Антипин Д.Я., Сударева М.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «БГТУ», Кобищанов В.В. № 2006139392/22; заявл. 07.11.06; опубл. 10.12.07, Бюл. № 34.
10. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. М.: Стандартиформ, 2016. 54 с.
11. Мануева М.В., Антипин Д.Я., Кобищанов В.В. Оценка влияния учета упругих свойств подвешивания автопоезда на динамические характеристики вагона-платформы для контрейлерных перевозок // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2016. № 4. С. 179-185.
12. СТО ОПЖТ 25 - 2012. Методика расчета экономически обоснованных цен на новые модели грузовых вагонов и комплектующие к ним на основе оценки стоимости жизненного цикла. М.: ОПЖТ, 2012. 14 с.
1. Kirillova A.G. Methodology for organization of container and contrail transportation in multi-modal automobile and railway communications: *Thesis for Can. Sc. Tech. Degree*. M., 2010. pp. 335.
2. Barthel F., Woxenius J. Intermodal transport for small flows over short distances // *Transportation planning and technology*. 2004. № 5. P. 403-424.
3. Manueva M.V. Substantiation of structure and parameters for long-length platform-car for road-train and heavy containers freighting: *Thesis for Can. Sc. Tech.*, Bryansk, 2012. pp. 167.
4. Antipin D.Ya., Manueva M.V., Kobishchanov V.V. *Engineering Support of Contrail Transportation*. Bryansk: BSTU, 2019. pp. 180.
5. Prokofiev M.V. *Automobile Vehicles. International Requirements to Design*. M.: Triad LTD, 2001. pp. 120.
6. About making changes to some acts of the Government of the Russian Federation on problems of heavy load transportation by road of the Russian Federation: Government Decree of the RF of January 9, 2014 No. 12 // *Collection of Legislations of the Russian Federation*. 2009. No.47. A. 5673.
7. Lazarenko Yu.M., Arshintsev D.N., Zavertalyuk A.V., Bondarev V.N., Mitina E.A. Kapuskina E.V. Contrail dimension of loading, problems and introduction process // *Bulletin of VNIIZHT*. 2017. No.1. pp. 31-37.
8. *Railway Platform for Contrail-container Transportation*: Pat 135600 the Russian Federation: IPC B61D 3/00 (2006.01) / Lukashuk V.S., Kuravkina S.N.; applicant and patent holder: FSBEI HE "BSTU". No. 2013136270/11; claimed: 01.08.13; published: 20.12.13, Bull. No.35.

9. *Platform for Large-sized Wheel Engineering and Heavy Containers*: Pat. 69001 the Russian Federation: IPC B61D 3/18 (2006.01)/B61D 3/20 (2006.01) / Kobishchanov V.V., Gorelov S.I., Antipin D.Ya., Sudareva M.V.; applicant and patent holder: FSBEI HE "BSTU", Kobishchanov V.V. No. 2006139392/22; claimed: 07.11.06; published: 10.12.07, Bull. No.34.
10. GOST 33211-2014. *Freight Cars. Requirements to Strength and Dynamic Properties* M.: Standardinform, 2016. pp. 54.
11. Manueva M.V., Antipin D.Ya., Kobishchanov V.V. Estimate of account impact of road train suspension elastic properties upon dynamic characteristics of platform car for contrail transportation // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. 2016. No.4. pp. 179-185.
12. STO OPZHT 25-2012. Procedure for computation of economically-based prices for new models of freight cars and component parts to them based on life cost estimate. M.: OPZHT, 2012. pp. 14.

Ссылка для цитирования:

Мануева М.В., Расин Д.Ю., Антипин Д.Я., Ашуркова С.Н. Обоснование конструктивных схем подвижного состава для организации перевозки автопоездов и колесной техники // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2020. № 2. С. 34–42. DOI: 10.30987/1999-8775-2020-2020-2-34-42.

Статья поступила в редакцию 02.11.19.
Рецензент: д.т.н., профессор Российского университета транспорта
Космодамианский А.С.,
член редсовета журнала «Вестник БГТУ».
Статья принята к публикации 29. 01. 20.

Сведения об авторах:

Мануева Марина Владимировна, к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог» Брянского государственного технического университета, e-mail: mari_s@mail.ru.

Расин Дмитрий Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог» Брянского государственного технического университета, e-mail: dmrr1@rambler.ru.

Manueva Marina Vladimirovna, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. "Rolling-Stock", Bryansk State Technical University, e-mail: mari_s@mail.ru.

Rasin Dmitry Yurievich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. "Rolling-Stock", Bryansk State Technical University, e-mail: dmrr1@rambler.ru.

Антипин Дмитрий Яковлевич, к.т.н., доцент, директор Учебно-научного института транспорта Брянского государственного технического университета, e-mail: adya24@rambler.ru.

Ашуркова Светлана Николаевна, соискатель кафедры «Подвижной состав железных дорог» Брянского государственного технического университета, e-mail: swetiknk@yandex.ru.

Antipin Dmitry Yakovlevich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof., Director of Educational-Scientific Institute of Transport, Bryansk State Technical University, e-mail: adya24@rambler.ru.

Ashurkova Svetlana Nikolaevna, Applicant of the Dep. "Rolling-Stock", Bryansk State Technical University, e-mail: swetiknk@yandex.ru.