

DOI 10.15593/2224-9354/2018.2.19

УДК 658.51:62.22–419.8:629.463

**В.П. Постников, А.Р. Носкова**

## **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СФЕРЕ ГРУЗОВОГО ВАГОНОСТРОЕНИЯ**

Рассмотрено применение композиционных материалов в грузовом вагоне строении как один из способов его инновационного развития. Представлены статистические данные грузоперевозок железнодорожного транспорта в Российской Федерации. Выявлена роль железнодорожного транспорта в грузоперевозках страны, оценена структура и общее состояние парка грузовых вагонов на сети железных дорог. В целом наблюдается профицит грузового подвижного состава, основным фактором которого является значительное увеличение нового подвижного состава на сети в совокупности с экономическими факторами и ограниченными возможностями инфраструктуры, а также падение темпов погрузки из-за ухудшающихся экономических условий и оттока грузов на другие виды транспорта.

Эффективность использования грузовых вагонов зависит от материалоемкости конструкции грузового подвижного состава, ее долговечности, стоимости производства, эксплуатационных расходов. Причем основные параметры изготовленных из традиционных материалов грузовых вагонов практически не имеют резерва для их улучшения. Поэтому предложено и обосновано использование композитных материалов в вагоне строении. Произведено сравнение композитного материала с типичными для вагоне строения материалами, углеродистыми и низколегированными сталями и алюминием, на основании чего обусловлены преимущества применения композитов в отрасли. Высокая перспективность использования композитных материалов в отрасли вагоне строении обуславливается высокой стойкостью композитов к химическому и температурному воздействию перевозимых грузов и окружающей среды, отсутствием необходимости применения дорогостоящих покрытий, снижением массы тары вагона, что уменьшает эксплуатационные затраты на передвижение тары вагонов и повышает грузоподъемность вагона в пределах допускаемой нагрузки на ось. Все указанные факторы сказываются на снижении стоимости жизненного цикла инновационного товара.

Проведена оценка стоимости жизненного цикла «обычного» и инновационного вагона. Эффект снижения стоимости жизненного цикла инновационного товара достигается за счет уменьшения эксплуатационных затрат и повышения срока службы. Использование деталей из композитных материалов увеличивает первоначальную стоимость вагонов, но уменьшает стоимость всего их жизненного цикла.

В заключение рассмотрены перспективные направления инновационного развития грузового вагоне строения в Российской Федерации.

Ключевые слова: *композиционные материалы, вагоне строение, парк грузовых вагонов, грузоперевозки, инновационное развитие.*

---

© Постников В.П., Носкова А.Р., 2018

**Постников Владимир Павлович** – старший преподаватель кафедры «Экономика и управление промышленным производством», начальник отдела коммерциализации разработок ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: v.p.o.s.t.v@mail.ru.

**Носкова Александра Романовна** – соискатель кафедры «Экономика и управление промышленным производством», начальник отдела коммерциализации разработок ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: noskovaaleksandra95@gmail.com.

В настоящее время уровень технологий производства отрасли железнодорожного машиностроения отвечает требованиям 1980–90-х годов. Существует необходимость инновационного развития отрасли, в частности инновационного развития грузового вагоностроения, которое должно проявиться в выпуске современного грузового подвижного состава, соответствующего международным стандартам [1]. Главными критериями инновационности грузовых вагонов признаны [2]:

- увеличение грузоподъемности при сниженной массе тары;
- увеличение межремонтного пробега;
- увеличение максимально допустимой скорости движения в груженом и порожнем состоянии;
- снижение нагрузки на железнодорожное полотно и, как следствие, уменьшение износа колес и рельсов.

Объектом данного исследования является грузовое вагоностроение.

Цель исследования – рассмотреть перспективы использования композитных материалов в грузовом вагоностроении.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) оценить общие положения грузовых перевозок железнодорожным транспортом и парк грузовых вагонов в России;
- 2) провести сравнительный анализ традиционных для отрасли вагоностроения материалов с композитными материалами;
- 3) выделить преимущества и недостатки применения в отрасли композитов;
- 4) оценить степень готовности вагоностроения к инновационному развитию в области внедрения новых материалов.

Вопросам экономики отрасли вагоностроения посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: В.П. Бугаева, В.И. Гридюшко, В.А. Козырева, Е.С. Сергеева, Д.А. Шишкова и др.; вопросам экономики и прогнозирования в сфере транспорта – И.В. Белова, Ю.В. Елизарьева, Б.М. Лapidуса, В.А. Персианова и др. В работах ученых были изложены теоретические основы и принципы рациональной организации вагонного хозяйства [2, 3, 4].

Проведение форсайт-исследований стало предметом внимания в работах отечественных и зарубежных ученых: Н.В. Гапоненко, Н.Я. Калюжной, И.Р. Куклиной, Р. Поппера, М. Кинэна, В.П. Третьяк, И. Майлза, Б. Мартина и др. В работах представлены теоретические и методологические основы технологии форсайта в различных отраслях его применения [5, 6, 7].

В России на железнодорожный транспорт приходится достаточно большая доля грузоперевозок. Так, в 2015 году с помощью него было перевезено 4292,2 млн т груза (в т.ч. 1217,9 млн т – железнодорожным транспортом общего пользования и 3074,3 млн т – промышленным железнодорожным транспортом), что составляет 40,7 % от общего объема грузоперевозок. По объему перевезенных грузов железнодорожный транспорт уступает лишь автомо-

бильному транспорту, которым в 2015 году было перевезено 5038,7 млн т груза – 47,8 % от общего объема грузоперевозок в данном году [8, 9]. Также грузоперевозки осуществляются морским, водным, воздушным и трубопроводным транспортом, на которые приходится порядка 11,5 % общего объема перевезенных грузов.

С 2012 года наблюдается снижение как объемов грузоперевозок железнодорожным и автомобильным транспортом, так и общего объема грузоперевозок транспортом всех отраслей экономики (рис. 1), обусловленное в большей степени спадом спроса на российскую продукцию на зарубежных рынках.

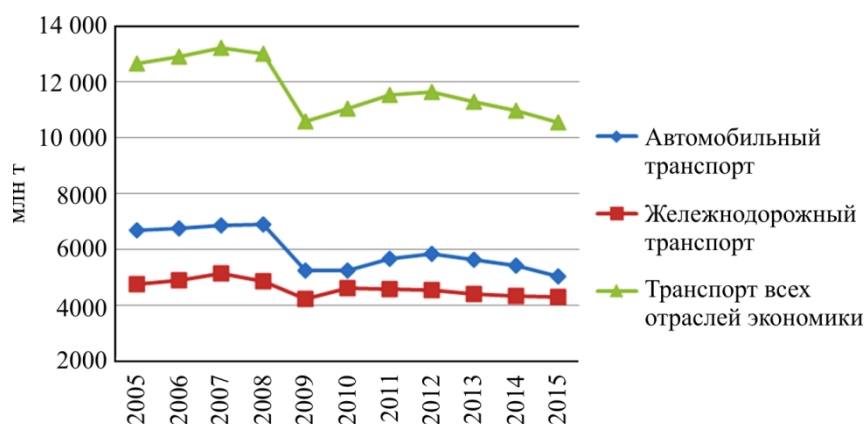


Рис. 1. Динамика перевозок грузов по видам транспорта за период 2005–2015 годов

Однако, несмотря на то, что объем грузоперевозок железнодорожным транспортом уменьшается, его показатель грузооборота имеет тенденцию роста, что свидетельствует об увеличении дальности перевозок грузов по железнодорожным путям. Грузооборот автомобильного транспорта по мере уменьшения объема грузоперевозок также показывает тенденцию к росту (рис. 2).

Железнодорожным транспортом перевозят множество видов товаров: каменный уголь, нефть и нефтепродукты, строительные грузы, руду, черные металлы, химические и минеральные удобрения, лесные грузы, цемент, зерно и продукты перемола, лом черных металлов, кокс, импортные грузы, комбикорма и др. [8]. В наибольшей степени общий объем грузоперевозок железнодорожным транспортом составляют такие отдельные виды грузов, как каменный уголь, нефть и нефтепродукты, строительные грузы. Если объемы перевозок нефти и нефтепродуктов за последний год снизились на 2 и 7,2 % соответственно, то объем перевозок каменного угля, напротив, вырос на 3 %.

Для осуществления грузоперевозок по железнодорожным путям необходим качественный парк грузового подвижного состава с достаточным количеством рабочих единиц [10]. По итогам 2015 года общий парк грузовых ва-

гонов на сети РЖД составил 1161,1 тыс. ед. (в т.ч. 25 тыс. ед. подвижного состава 2015 года выпуска), рабочий парк – 998 тыс. ед. Общий парк грузовых вагонов по итогам года содержит 515 тыс. единиц полувагонов, 249 тыс. ед. нефтебензиновых цистерн, 65 тыс. единиц крытых вагонов, 50 тыс. ед. платформ [11]. За 10 лет общий парк грузового подвижного состава увеличился на 270,4 тыс. ед., в частности количество единиц полувагонов увеличилось почти в 2 раза, что отразилось на структуре парка. Структура общего парка грузовых вагонов в 2005 и 2015 годах отобразена на рис. 3.

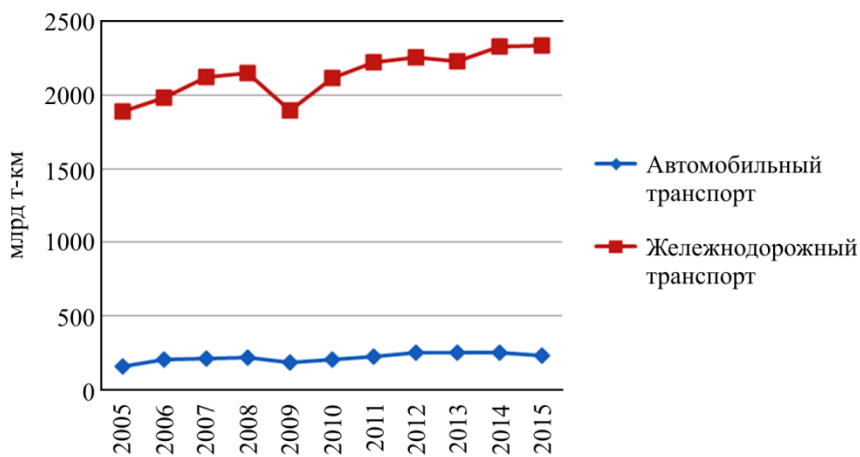


Рис. 2. Динамика грузооборота по видам транспорта за период 2005–2015 годов

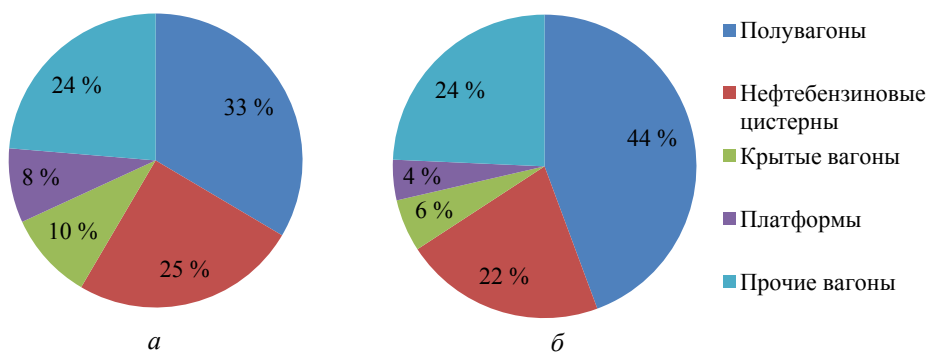


Рис. 3. Структура парка грузовых вагонов в 2005 году (а) и в 2015 году (б)

Следует также отметить, что в целом наблюдается профицит грузового подвижного состава, основным фактором которого является значительное увеличение нового подвижного состава на сети в совокупности с экономиче-

скими факторами и ограниченными возможностями инфраструктуры. Кроме того, свою роль сыграло падение темпов погрузки из-за ухудшающихся экономических условий и оттока грузов на другие виды транспорта. Вследствие того, что существуют пределы пропускных способностей железнодорожной сети, профицит грузовых вагонов считается более опасным, чем их недостаток. Поскольку лишний вагон, оказавшийся на путях общего пользования, мешает движению, осуществляется дополнительная грузовая работа, которая не только не создает дополнительной прибавочной стоимости, но и снижает общие показатели эффективности перевозок [12].

По нормативам средний срок службы грузовых вагонов в России составляет 26 лет. Однако, согласно оценке РЖД, осуществленной на начало 2015 года, нормативный срок службы истек у порядка 285 тыс. вагонов. В связи с этим приказом Министерства транспорта с 1 января 2016 года был введен запрет на продление срока службы грузовых вагонов. Ожидается, что запрет на продление срока службы вызовет реальный спрос на новые вагоны.

В 2016 году предполагается списание более 100 тыс. грузовых вагонов с истекшим сроком службы, в 2017 году – более 70 тыс. грузовых вагонов, также планируется выход на долгосрочно устойчивый уровень списания в 20–30 тыс. грузовых вагонов в год к 2019 году. Это будет способствовать устранению профицита грузовых вагонов и установлению к 2019 году потребности в новых вагонах на уровне 40–50 тыс. вагонов в год, что выше уровня списания в целях обновления парка и развития отрасли железнодорожных перевозок.

Эффективность использования грузовых вагонов имеет прямую зависимость от материалоемкости конструкции грузового подвижного состава, ее долговечности, стоимости производства, эксплуатационных расходов. Причем основные параметры изготовленных из традиционных материалов грузовых вагонов, такие как масса тары, грузоподъемность, долговечность и др., практически не имеют резерва для их улучшения. Ограниченность совершенствования параметров стала одним из факторов роста актуальности вопроса разработки и внедрения инноваций в отрасль вагоностроения, в частности, применение композитных материалов в производстве вагонов.

В настоящее время основными материалами, используемыми вагоностроении, являются углеродистые и низколегированные стали и алюминий. Углеродистые стали применяют в изготовлении несущих элементов конструкций вагонов, низколегированные – в изготовлении сварных конструкций вагонов, алюминий – в изготовлении деталей и узлов внутреннего оборудования вагонов. Наиболее распространенные в железнодорожном машиностроении композитные материалы – это угле-, стекло-, органопластики. Перед традиционными для вагоностроения материалами они имеют ряд преимуществ и недостатков. Сравнительная характеристика материалов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика стали, алюминия и композитного материала

Критерий	Сталь	Алюминий	Композитный материал (стеклопластик)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	7800	2640–2800	1800–1900
Модуль упругости, ГПа	210	70–71	55
Предел прочности при растяжении, МПа	240	50–440	1700
Теплопроводность, Вт/К·м	17,5–58	140–190	0,3–0,5
Электропроводность, Ом·м	Проводник	Проводник	$1 \cdot 10^{10}$
Коррозийная стойкость (внешняя среда)	Низкая	Высокая	Абсолютная
Стойкость к агрессивной среде	Низкая	Низкая	Высокая
Гигроскопичность, %	Нет	Нет	0,5
Температура эксплуатации, °С	от –60 до +300	от –70 до +210	от –60 до +600
Долговечность, лет	Около 40	Около 50	Более 80
Эксплуатационные затраты	Требуются регламентные работы не реже 1–2 раза в год	Требуются регламентные работы не реже 1 раза в год	Не требуются
Цена за 1 кг, руб.	От 20	Выше в 6 раз	Выше в 110 раз

Таким образом, относительно стали и алюминия композиты легкие, но при этом не уступают им по прочностным характеристикам. Помимо этого, композитные материалы обладают низкой теплопроводностью, биологической и химической стойкостью, долговечностью, являются диэлектриками и выдерживают температуру до 600 °С. Однако стоимость композитов в несколько раз превышает стоимость стали и алюминия, что объясняется сложным технологическим процессом производства композитов и необходимостью применения в нем дорогостоящего оборудования и сырья.

Высокая перспективность использования композитных материалов в отрасли вагоностроения обуславливается [13]:

- 1) высокой стойкостью композитов к химическому воздействию перевозимых грузов и окружающей среды;
- 2) совместимостью как с химическими, так и с пищевыми продуктами;
- 3) способностью сохранить механические характеристики в течение всего срока службы при воздействии повышенных и пониженных температур;
- 4) отсутствием необходимости в применении дорогостоящих покрытий;
- 5) сокращением частоты проведения ремонта.

Все указанные факторы сказываются на снижении стоимости жизненного цикла инновационного товара.

Следует отметить, что применение композитных материалов позволяет снизить массу тары вагона. Снижение массы тары, в свою очередь, способст-

уует уменьшению эксплуатационных затрат, связанных с передвижением тары вагонов, и повышению грузоподъемности вагона в пределах допускаемой нагрузки на ось.

Можно говорить о том, что производство деталей вагона из композитов менее трудоемкое по сравнению с производством этих же деталей из металлов. На формование детали из композитного материала, как правило, затрачивается больше времени, чем на штамповку стального листа, но обработка металла включает в себя ряд дополнительных операций, таких как сварка и зачистка, нехарактерные для обработки неметаллических материалов [13].

Дороговизна композитного материала компенсируется эффективностью его применения, которая благодаря прочностным характеристикам выше, чем эффективность применения в вагоностроении металлов. Несмотря на то, что внедрение деталей из композитных материалов увеличивает первоначальную стоимость вагонов, свойства, приобретаемые деталью, обеспечивают ее исправную работу на протяжении всего жизненного цикла вагона.

В среднем стоимость инновационного грузового вагона составляет 2,2 млн руб., стоимость «обычного» грузового вагона – 1,7 млн руб. Однако относительно высокая первоначальная стоимость инновационного подвижного состава компенсируется, в частности, за счет увеличенного до 500 тыс. км межремонтного пробега (против 160–200 тыс. км «обычного» вагона), позволяющего снизить в 2 раза расходы оператора на весь жизненный цикл вагона. Сравнение стоимости жизненного цикла «обычного» и инновационного вагона в относительных величинах приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение стоимости жизненного цикла «обычного»  
и инновационного вагона

Показатель	«Обычный» вагон	Инновационный вагон
Единовременные затраты (на приобретение и утилизацию), млн руб.	1,70	2,2
Периодические затраты (на эксплуатацию), млн руб.	4,25	1,7
Стоимость жизненного цикла на весь период эксплуатации, млн руб.	5,95	3,9
Средний срок эксплуатации, лет	26	32
Стоимость жизненного цикла в год, тыс. руб.	228,8	121,9

Вагоностроение, как и железнодорожное машиностроение в целом, характеризуется низкой зависимостью от импорта и интенсивными внутриотраслевыми производственными связями, а также высоким уровнем обеспеченности конкурентоспособными производственными мощностями [14]. Информация об основных предприятиях, занятых грузовым вагоностроением, приведена в табл. 3.

Таблица 3

## Информация о вагоностроительных заводах России

№ п/п	Предприятие	Основные направления производства	Основные потребители
1	Абаканский вагоностроительный завод	Платформы и контейнеры	ПАО «РЖД», Министерство обороны РФ, МЧС, ПАО «Норильский никель», ПАО «Северсталь», ПАО «Тольятти-азот», ПАО «Алмазы Саха-России»
2	Вагоностроительный завод Алтайвагон (Алтайский край, Новоалтайск)	Грузовые вагоны	ПАО «РЖД»
3	Калининградский вагоностроительный завод (Калининград)	Вагоны-самосвалы и комплектующие к ним	АО «Апатит», ПАО «Норильский Никель», Новоийский ГМК, Михайловский ГОК, ПАО «Северсталь», ENRC
4	Новокузнецкий вагоностроительный завод (Кемеровская область, Новокузнецк)	Полувагоны универсальные	ПАО «РЖД»
5	НПК «Уралвагонзавод» (Свердловская область, Нижний Тагил)	Военная техника, железнодорожные вагоны, дорожно-строительные машины	ПАО «РЖД», Министерство обороны РФ
6	Тихвинский вагоностроительный завод (Ленинградская область, Тихвин)	Грузовые вагоны	ПАО «РЖД»
7	Торжокский вагоностроительный завод (Тверская область, Торжок)	Вагоны специального назначения, электропоезда	ПАО «РЖД», Федеральное космическое агентство «Роскосмос», Министерство обороны РФ, Почта России, Центральный банк РФ

Уралвагонзавод полностью обеспечивает собственное производство за счет производства всего перечня узлов. Остальные же отечественные производители грузовых вагонов осуществляют тесные кооперационные связи внутри отрасли.



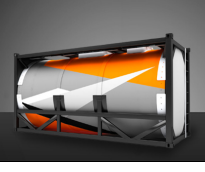
Лишь малая доля вагоностроительных заводов России осуществляет техническую модернизацию своих изделий. Только такие производители, как Уралвагонзавод и Тихвинский вагоностроительный завод, анонсировали



программы выпуска инновационного подвижного состава [15]. Инновационная направленность этих завод проявляется, в частности, в выпуске грузовых вагонов с нагрузкой на ось 25 тс (обычная нагрузка 23,5 тс). Именно Тихвинский вагоностроительный завод и Уралвагонзавод признаются лидерами отечественного вагоностроения, причем завод в Тихвине запустил производство относительно недавно – в 2012 году, и является самым молодым предприятием отрасли. К тому же данные заводы занимаются разработкой проектов по укомплектованию своих вагонов компонентами из композитных материалов. Применение композитов НПК «Уралвагонзавод» рассмотрено в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика инновационной продукции АО «Уралвагонзавод»  
с компонентами из композитных материалов

Наименование продукта	Внешний вид	Назначение	Технические характеристики
Вагон-хоппер со съемной крышей из композитного материала		Перевозка минеральных удобрений и других опасных сыпучих грузов	Грузоподъемность 71 т. Объем 86 м <sup>3</sup> . Масса тары 22,5 т
Вагон-хоппер с кузовом из композитного материала		Перевозка минеральных удобрений и других опасных сыпучих грузов	Срок службы – до 100 лет. Грузоподъемность 74 т. Объем 125 м <sup>3</sup> . Масса тары 25,5 т
Контейнер-цистерна из композитного материала		Перевозка опасных грузов (соляной кислоты, натра едкого технического и др.)	Срок службы – до 100 лет. Вместимость 24 м <sup>3</sup> . Масса тары 4,5 т

НПК «Уралвагонзавод» уже реализован проект по изготовлению стеклопластиковой крыши для вагона-хоппера, предназначенного для перевозки минеральных удобрений и других опасных сыпучих грузов. Легкая съемная крыша из композитного материала невосприимчива к химическому контакту с минеральными удобрениями. По сравнению с вагоном с металлической крышей, вагон с крышей из композита обладает сниженной массой тары (на 1 т) и увеличенными грузоподъемностью (на 1 т) и объемом (на 3 м<sup>3</sup>).

Уралвагонзавод готов начать производство вагона-хоппера с применением стеклопластика не только в изготовлении крыши, но и в конструкции кузова вагона в виде обшивки из стеклопластика. При соблюдении условий эксплуатации срок службы данного вагона составит до 100 лет.

Кроме того, проектом предприятия является контейнер-цистерна с котлом из композитных материалов. Композитная цистерна, по сравнению с цистерной из традиционных материалов, легче в 5 раз.

В дальнейшем наиболее вероятно применение композитных материалов также и в следующих элементах конструкции грузовых вагонов [13]:

- в съемных устройствах вагона-платформы для защиты грузов от атмосферных осадков;
- в крышках разгрузочных люков;
- в сдвижных дверях крытого вагона;
- в поручнях, подножках, переходных площадках, лестницах.

Что касается мирового вагоностроения, то большое внимание разработкам по вопросу широкомасштабного внедрения композитов уделяется в странах Европы, Северной Америки, а также в Японии. Например, конечный планируемый результат целевой программы HYCOTRANS, участниками которой являются Великобритания, Германия, Испания, Португалия, Греция, Италия, – изготовление вагона с установленным на обычные тележки композитным кузовом.

Таким образом, внедрение в вагоностроение композитных материалов является одним из возможных путей инновационного развития отрасли. Производство компонентов вагонов из композитов способствует реализации ряда критериев, обозначенных для грузовых вагонов с целью признания их инновационными. Важным аспектом развития вагоностроения в данном направлении также выступает поддержка Правительства – стимулирование инновационной направленности вагоностроения путем субсидирования покупателей и производителей инновационного подвижного состава.

Авторский вклад в разработку темы заключается в обосновании перспектив применения композитных материалов в грузовом вагоностроении как один из факторов инновационного развития отрасли. Выделены основные преимущества применения композитных материалов по сравнению со стандартными для отрасли вагоностроения материалами: углеродистыми и низколегированными сталями и алюминием. Проведена оценка стоимости жизненного цикла «обычного» и инновационного вагона. Эффект снижения стоимости жизненного цикла инновационного товара достигается за счет уменьшения эксплуатационных затрат и повышения срока службы.

## Список литературы

1. Каменских М.А., Постников В.П. Повышение конкурентоспособности региона на основе организации инновационной инфраструктуры // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 39–43.
2. Савчук В.Б., Скок И.А. Поддержка грузового вагоностроения – одна из актуальных задач промышленной политики // Техника железных дорог. – 2013. – № 1. – С. 43–47.

3. Лебедева В.А. Современное состояние вагоностроения // Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2017. – № 1-2. – С. 146–149.
4. Фомин А.В. Определение перспективных направлений конструирования кузовов железнодорожных полувагонов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2013. – № 2. – С. 76–78.
5. Поппер Р. Мониторинг исследований будущего // Форсайт. – 2012. – Т. 6, № 2. – С. 56–75.
6. Кинэн М. Технологический форсайт: международный опыт // Форсайт. – 2009. – Т. 3, № 3. – С. 60–67.
7. Третьяк В.П. Конкурентоспособность отечественных компаний и корпоративный форсайт // Экономические стратегии. – 2012. – Т. 14, № 10 (108). – С. 16–21.
8. Транспорт России [Электронный ресурс]: информ.-стат. бюл. – 2015. – Янв.–дек. – URL: [www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION\\_ID=701#document\\_30788](http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=701#document_30788) (дата обращения: 21.09.2016).
9. Постников В.П. Совершенствование подхода тарифного регулирования пригородных железнодорожных перевозок // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. – № 37 (436). – С. 36–49.
10. Новиков С.П., Новикова А.В. Рынок грузового вагоностроения РФ и Украины: основные конкуренты и показатели развития в 2010–2013 гг. // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2013. – № 2 (4). – С. 57–61.
11. Обзор работы грузового железнодорожного транспорта. Итоги 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: [www.railsovet.ru/analytics/obzor](http://www.railsovet.ru/analytics/obzor) (дата обращения: 21.09.2016).
12. А нужно ли снижать давление? Профицит парка грузовых вагонов и как с ним бороться [Электронный ресурс] // Транспорт. – 2015. – № 5. – URL: <http://www.indpg.ru/transport/2015/05/86586.html> (дата обращения: 07.11.16).
13. Федоров С.А., Новоселов А.Ю., Волков С.А. Применение композиционных материалов в грузовом вагоностроении [Электронный ресурс]. – URL: [www.tt-center.ru/about-company/vnictt-publishing/primenenie-kompozitsionnykh-materialov-v-gruzovom-vagonostroenii.html](http://www.tt-center.ru/about-company/vnictt-publishing/primenenie-kompozitsionnykh-materialov-v-gruzovom-vagonostroenii.html) (дата обращения: 25.09.16).
14. Почукаев К.Г., Борисов В.Н. Инновационный аспект развития российского рынка вагоностроения // Научные труды / Ин-т народно-хоз. прогнозирования РАН. – 2015. – № 13. – С. 486–499.
15. Чуприков Д.В. Анализ эффективности инвестиций в приобретение подвижного состава // ЭТАП. – 2014. – № 4. – С. 59–65.

## References

1. Kamenskikh M.A., Postnikov V.P. Povyshenie konkurentosposobnosti regiona na osnove organizatsii innovatsionnoi infrastruktury [Increasing the region competitiveness on the basis of modelling the innovative infrastructure]. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2013, no. 2, pp. 39–43.

2. Savchuk V.B., Skok I.A. Podderzhka gruzovogo vagonostroeniia – odna iz aktual'nykh zadach promyshlennoi politiki [Support of freight car manufacturing – an urgent priority of industrial policy]. *The Railway Equipment*, 2013, no. 1, pp. 43–47.
3. Lebedeva V.A. Sovremennoe sostoianie vagonostroeniia [Modern state of car building]. *The New Science: the current state and development Trends*, 2017, no. 1–2, pp. 146–149.
4. Fomin A.V. Opredelenie perspektivnykh napravlenii konstruirovaniia kuzovov zheleznodorozhnykh poluvagonov [Definition of perspective streams of gondola's carcasses engineering]. *Engineering and Automation Problems*, 2013, no. 2, pp. 76–78.
5. Popper R. Monitoring issledovaniia budushchego [Mapping futures studies]. *Foresight*, 2012, vol. 6, no. 2, pp. 56–75.
6. Kinen M. Tekhnologicheskii forsait: mezhdunarodnyi opyt [Technology Foresight: international experience]. *Foresight*, 2009, vol. 3, no. 3, pp. 60–67.
7. Tret'iak V.P. Konkurentosposobnost' otechestvennykh kompanii i korporativnyi forsait [Competitiveness of domestic companies and corporate foresight]. *Economic Strategies*, 2012, vol. 14, no. 10 (108), pp. 16–21.
8. Transport of Russia. Information and Statistical Bulletin for January– December 2015, available at: [www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION\\_ID=701#document\\_30788](http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=701#document_30788) (accessed 21 September 2016).
9. Postnikov V.P. Sovershenstvovanie podkhoda tarifnogo regulirovaniia prigorodnykh zheleznodorozhnykh perevozok [Perfecting the approach to tariff regulation of suburban railway traffic]. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2015, no. 37(436), pp. 36–49.
10. Novikov S.P., Novikova A.V. Rynok gruzovogo vagonostroeniia RF i Ukrainy: osnovnye konkurenty i pokazateli razvitiia v 2010–2013 gg. [The market of freight car building in Russia and Ukraine: main competitors and development indicators in 2010–2013]. *Bulletin of Scientific Works of Bryansk Branch of MIIT*, 2013, no. 2(4), pp. 57–61.
11. Obzor raboty gruzovogo zheleznodorozhnogo transporta. Itogi 2015 goda [Review of the work of freight rail transport. Results of 2015], available at: [www.railsovet.ru/analytics/obzor](http://www.railsovet.ru/analytics/obzor) (accessed 21 September 2016).
12. A nuzhno li snizhat' davlenie? Profitsit parka gruzovykh vagonov i kak s nim borot'sia [Is it necessary to reduce the pressure? The surplus of the fleet of freight cars and how to deal with it]. *Transport*, 2015, no. 5, available at: <http://www.indpg.ru/transport/2015/05/86586.html> (accessed 7 November 2016).
13. Fedorov S.A., Novoselov A.Iu., Volkov S.A. Primenenie kompozitsionnykh materialov v gruzovom vagonostroenii [Application of composite materials in freight car building], available at: [www.tt-center.ru/about-company/vnictt-publishing/primenenie-kompozitsionnykh-materialov-v-gruzovom-vagonostroenii.html](http://www.tt-center.ru/about-company/vnictt-publishing/primenenie-kompozitsionnykh-materialov-v-gruzovom-vagonostroenii.html) (accessed 25 September 2016).
14. Pochukaev K.G., Borisov V.N. Innovatsionnyi aspekt razvitiia rossiiskogo rynka vagonostroeniia [Innovative aspect of the Russian car building market development]. *Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Sciences*, 2015, no. 13, pp. 486–499.

15. Chuprikov D.V. Analiz effektivnosti investitsii v priobretenie podvizhnogo sostava [Analysis of the effectiveness of investment in the acquisition of rolling stock]. *ETAP: Economic Theory, Analysis, and Practice*, 2014, no. 4, pp. 59–65.

*Оригинальность 94 %*

Получено 13.07.2017    Принято 25.08.2017    Опубликовано 29.06.2018

**V.P. Postnikov, A.R. Noskova**

## **ECONOMIC JUSTIFICATION OF COMPOSITE MATERIALS PROSPECTS IN THE SPHERE OF FREIGHT CAR BUILDING**

The article is devoted to the use of composite materials as one of the ways of innovative development of freight car building industry. The authors present statistical data on freight transport in the Russian Federation. The role of rail transport in the freight transport of the country is revealed, the structure and the general state of freight car park in the railway network is evaluated. The surplus of freight rolling stock is commonly observed, the main factor of which is a significant increase in new rolling stock on network together with economic factors and limited infrastructure capabilities, as well as with drop in loading rates due to deteriorating economic conditions and cargo outflow to other means of transport.

The efficiency of freight cars use depends on construction material of freight rolling stock, its durability, cost of production, operating costs. The main parameters of freight cars made of traditional materials have virtually no reserve for their improvement. Therefore, it is proposed and justified to use composite materials in freight car building. The composite material was compared with typical materials for car building, carbon and low-alloy steels and aluminum, on the basis of which advantages of using composites in the industry are determined. The high potential of composite materials use in the car building industry is due to high resistance of composites to chemical and temperature effects of transported goods and environment, absence of necessity for expensive coatings, reduction of container weight of the car, which reduces operating costs for containers cars transportation and increases the car load capacity within the permitted axle load. All these factors reduce innovative product life cycle cost.

An assessment of “ordinary” and innovative car life cycle costs has been carried out, the effect of reducing the cost of innovative life cycle product is achieved by reducing operating costs and increasing the service life. Implementation of parts from composite materials increases initial cost of cars but reduces the cost of the entire car life cycle. In conclusion, the article considers promising avenues of freight car’s innovative development in the Russian Federation.

*Keywords: composite materials, car building, park of freight cars, freight transportation, innovative development.*

**Vladimir P. Postnikov** – Senior Lecturer, Dept. of Economics and Management of Industrial Production, Head of Commercial Development Department, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: v.p.o.s.t.v@mail.ru.

**Aleksandra R. Noskova** – Postgraduate Student, Dept. of Economics and Management of Industrial Production, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: noskovaaleksandra95@gmail.com.

Received 13.07.2017    Accepted 25.08.2017    Published 29.06.2018