

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГРУЗОВОМ ВАГОНОСТРОЕНИИ: ИННОВАЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Нормуродов Мусурмон Суннатович

Одилов Бахтиёржон Акмалович

*Студенты Ташкентского государственного
транспортного университета*

Аннотация: В статье рассматриваются перспективы применения композиционных материалов в грузовом вагоностроении. Показаны основные преимущества композитов по сравнению с традиционными материалами, включая снижение массы тары вагона, повышение энергоэффективности и долговечности конструкции, а также устойчивость к коррозии и агрессивным воздействиям. Отмечается мировой опыт внедрения композитов в железнодорожный транспорт (Европа, США, Япония) и возможности адаптации этих технологий в странах СНГ. Подчеркивается, что использование композиционных материалов позволяет повысить инновационность продукции, снизить эксплуатационные расходы и увеличить конкурентоспособность железнодорожной отрасли.

Ключевые слова: композиционные материалы, вагоностроение, инновации, энергоэффективность, долговечность, железнодорожный транспорт.

Abstract: The article explores the prospects of applying composite materials in freight car manufacturing. The main advantages of composites over traditional materials are highlighted, including reduced tare weight, improved energy efficiency, enhanced durability, and resistance to corrosion and aggressive environments. The paper also emphasizes international experience in the implementation of composites in railway transport (Europe, USA, Japan) and the potential for adapting these technologies in the CIS countries. It is underlined that the use of composite materials contributes to product innovation, lowers operational costs, and increases the competitiveness of the railway industry.

Keywords: composite materials, freight car manufacturing, innovation, energy efficiency, durability, railway transport.

В стратегии развития железнодорожного транспорта перед разработчиками и производителями железнодорожной техники поставлены следующие основные задачи:

– создание подвижного состава нового поколения отвечающего общим техническим требованиям и не уступающих по качеству передовым технологиям;

- увеличение нагрузки на ось;
- увеличение скорости движения;
- снижение веса тары грузового вагона.

Решение вышеуказанных задач невозможно без применения в конструкциях железнодорожного транспорта композиционных материалов. На железных дорогах все большую значимость придают уменьшению массы, сокращению расходов в расчете на весь срок службы, повышению сопротивляемости разрушению при столкновении. Для изготовления конструкций из металла требуются дорогостоящее сырье и трудоемкие операции, такие как сварка и зачистка. Композиционные материалы позволяют устранить эти неудобства. Кроме того, отсутствие коррозии увеличивает срок службы композитных конструкций. Композиционные материалы позволяют получать изделия сложной формы, соответствующей аэродинамическим расчетам, со значительно более низкими затратами. Еще важнее то, что за счет применения композиционных материалов можно облегчить подвижной состав почти на 50 %. Это приводит к снижению потребления энергии в эксплуатации – фактор, в свете проводимой политики защиты окружающей среды имеющий особое значение. С точки зрения безопасности в последнее время большое внимание уделяют созданию систем контролируемого поглощения энергии соударения при столкновениях.

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.

Грузовые железные дороги США пока не рассматривали композиционные материалы в качестве основных конструкционных для вагонов, за исключением Burlington Northern (BN), которая еще до слияния с Santa Fe имела опыт совместной работы с компаниями Trinity Industries (отделение Railcar) и DuPont-Hardcore по созданию двух типов облегченных изотермических вагонов большой вместимости. По мнению разработчиков, такие вагоны могли бы способствовать возвращению железных дорог на рынок перевозок скоропортящихся грузов, который был практически потерян из-за недостаточно интенсивной замены и модернизации стареющего парка вагонов-рефрижераторов с механическим охлаждением и изотермических вагонов. Здесь есть перспективы для развития, так как Trinity получила первый заказ на вагоны-рефрижераторы с кузовами из композиционных материалов. За этими вагонами могут вскоре последовать вагоны других типов, такие как крытые вагоны-хопперы. В этом случае понадобится сотрудничество многих причастных сторон: железных дорог, вагоностроителей, поставщиков сырья, проектировщиков. В отличие от вагонов-рефрижераторов, для которых нужны главным образом плоские композитные панели, для изготовления крытых хопперов потребуются конструкции на базе стекловолокна, полученные методом намотки, т. е. по гораздо более передовой технологии, чем использованная при постройке двух вагонов типа Glasshopper, поставленных много лет назад фирмой ACF Industries дороге Southern Pacific и компании Cargill. Условия контрактов и совместной работы не разглашаются, но ясно, что основной упор делается на снижение стоимости изготовления и, соответственно, цены нового подвижного состава. Следовательно, необходимо найти такое сочетание материалов и технологии, чтобы обеспечить приемлемую себестоимость, снижение эксплуатационных расходов в расчете на весь срок службы и отсюда привлекательность для потенциальных покупателей. Важны, естественно, такие факторы, как уменьшение собственной массы конструкции вагонов, увеличение вместимости и грузоподъемности, улучшение теплоизолирующих и иных эксплуатационных характеристик.

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:

- 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, способствует уменьшению эксплуатационных затрат, связанных с передвижением тары вагонов, и повышению грузоподъемности вагона в пределах допустимой нагрузки на ось.

В Казахстане на данный момент использование композиционных материалов в железнодорожном транспорте ограничилось применением в панелях внутреннего интерьера пассажирских вагонов, кабинах управления локомотивами, при восстановлении ресурса некоторых узлов (например боковых рам тележек), тормозных колодках, вкладышах устанавливаемых между стыковой накладкой и шейкой рельса межрельсового стыкового электроизолирующего соединения, вкладыше опорного скользуна надрессорной балки тележки грузового вагона, упругих элементах связи колесных пар и боковых рам. В перспективе есть предложения применения композиционных материалов на основе углеродных нанотрубок в: втулке тормозной рычажной передачи и износостойкой планке фрикционного клина; крышке буксы железнодорожных вагонов, накладке тормозных колодок, прокладке, сухарях; вкладыше и упорной шайбе, установленных на поворотной оси; опоре скольжения для транспортировки рельс; скользящих подкладках (башмаки) и фиксирующих блоках, используемые и при транспортировке сломанных локомотивов; подрельсовых электроизолирующих прокладках повышенной износостойкости для шпал, имеющих ресурс в семь-десять раз больше резиновых, замена в полтора раза дешевле и экономичнее, срок гарантии – более 10 лет; облицовке и футеровке внутренней поверхности контейнеров-цистерн, вагонцистерн, хоппер-дозаторов, полувагонов для сыпучих грузов. Расширению масштабов применения композиционных материалов за счет привлечения новых покупателей могут способствовать аргументированные доводы, основанные на

доказательствах экономической эффективности. Учитывая вышеизложенное в перспективе применение композиционных материалов возможно практически в любом узле грузовых вагонов любого типа, основная проблема в данном случае сокращение расходов в расчете на весь срок службы.

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 NYCOTRANS, 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. Стоимость оснастки для формования волокнистой полимерной композиции составляет около 10 % стоимости оборудования для формования металлического листа. Из этих соображений при выпуске партии изделий общая экономия может быть тем более существенной, чем выше стоимость единицы изделия. В связи с этим умеренные затраты на оборудование в случае применения волокнистой полимерной композиции позволяют рассматривать композиционный материал как наиболее экономичный для получения деталей кузовов. Одновременное решение задач стоящих перед разработчиками и производителями изделий для железнодорожного транспорта невозможно без эффективного совместного использования традиционных и перспективных композиционных материалов; без развития многофункциональных конструкций, способных одновременно выдерживать все многообразие механических нагрузок и воздействие окружающей среды. Во многих случаях это потребует новой для данной отрасли технологии применяемые ранее для аэрокосмической отрасли.

Список литературы

1. Лapidус Б.М. Инновации на железнодорожном транспорте: проблемы и перспективы. – М.: Транспорт, 2018.
2. Петров В.П. Композиционные материалы в транспортном машиностроении. – Екатеринбург: УрФУ, 2020.

3. Усков А.В., Иванов Д.Н. Новые материалы и технологии в железнодорожном машиностроении. – М.: Наука, 2021.
4. Каменских М.А., Постников В.П. Повышение конкурентоспособности региона на основе организации инновационной инфраструктуры // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 2. – С. 39–43.
5. Фомин А.В. Определение перспективных направлений конструирования кузовов железнодорожных полувагонов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2013. – № 2. – С. 76–78.
6. Бондалетова, Л. И., Бондалетов, В. Г. Полимерные композитные материалы. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 57–84.
7. Полимеры: информационный портал. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.polymerbranch.com> (дата обращения 27.12.16).