

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Генерального
директора акционерного общества
«Научно-исследовательский
институт железнодорожного
транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),
д.т.н., профессор А.Б. Косарев



2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») на диссертацию Ворона Олега Андреевича «Методология развития инновационного изотермического подвижного состава в транспортной системе страны», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»; 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

1. Актуальность темы исследования

Железнодорожный транспорт, являясь важнейшим звеном в транспортной системе нашей страны, играет важную роль в развитии экономики и обеспечения продовольственной безопасности страны. Для обеспечения дальнейшей эффективной работы железнодорожного транспорта и выхода его на лидирующую позицию в осуществлении основных внутренних и межгосударственных грузовых перевозок скоропортящихся грузов, реализации экспортного и транзитного потенциалов страны требуется комплексное решение вопросов совместимости инфраструктуры транспортно-логистических систем и изотермического подвижного состава.

В рыночных условиях хозяйствования важнейшим инструментом развития экономики продовольственного товародвижения является специализированный транспорт, обеспечивающий спрос грузовладельцев на перевозки скоропортящихся грузов (СПГ). Мировой рынок транспортных услуг считается эффективным, если имеет определенный избыток тоннажа

рефрижераторного транспорта над продовольственными грузами, требующими температурно-контролируемых режимов перевозки.

Следовательно, железнодорожный транспорт, и в частности изотермический подвижной состав (ИПС), надо рассматривать как одно из звеньев цепи поставок товаров, которое должно подчиняться общим принципам данной цепи поставок и учитывать интересы всех участников товародвижения.

В связи с этим, тему диссертационной работы Ворона О.А. можно считать актуальной и вытекающей из стратегических задач реформирования железнодорожного транспорта.

2. Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка использованных источников, четырех приложений и изложена на 401 странице машинописного текста, содержит 35 таблиц и 131 рисунок. Список использованной литературы содержит 250 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения об апробации научных результатов исследования.

В первой главе представлен анализ состояния перевозок СПГ в современных условиях транспортной системы страны, который показал динамику роста объемов перевозок СПГ и прогноз тенденции их изменения.

Показано, что одной из технологически сложных цепей поставок является логистические цепи доставки товаров, требующие поддержания температурного режима хранения с использованием специализированного ИПС. Эти потоки объединяются в понятие непрерывной холодильной цепи (НХЦ), включающей в себя комплекс средств холодильной техники и технологий, направленных на обеспечение режимов термообработки и хранения на всем пути от производителя до потребителя.

ИПС (как грузовые единицы) и транспортно-технологические решения формируют инфраструктурные предпосылки развития видов экономической деятельности с продукцией, формирующих НХЦ железнодорожного хладотранспорта.

Выполнен маркетинговый анализ рынка СПГ по типам используемого ИПС, и определены основные критерии и тенденции его развития.

Представлен анализ перспективных способов сохранения качества продуктов, используемых для стационарного хранения и для транспортировки хладотранспортом. Рассмотрены и рекомендованы технологические факторы для повышения сохранности СПГ при хранении и транспортировке.

Во второй главе обоснована и разработана структура блок-схемы методологии развития предлагаемых технических решений для инновационного ИПС.

Предложенное условное функциональное и конструктивное разделение рефрижераторного вагона на отдельные подсистемы позволяет использовать при его конструировании уже разработанные методики, применяемые при проектировании грузовых и пассажирских вагонов и элементы творческих и поисковых методов конструирования, обеспечивающих получение новых технических решений в части специализации вагона по набору выполняемых им рабочих функций.

В третьей главе определены концептуальные принципы для проектирования современного ИПС с учетом требований к инновационности для вновь создаваемого подвижного состава.

Отмечены сложности в формировании технико-экономических параметров и структуры ИПС, связанные с изменением в современных условиях транспортного рынка звеньев непрерывной холодильной цепи железнодорожной инфраструктуры при перевозках СПГ.

Предлагается генерация вариантов нового поколения изотермических вагонов и контейнеров, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям рынка транспортных услуг и требованиям заказчиков перевозки СПГ.

С учетом этих требований предложены технические решения для предлагаемого типажа подвижного состава для перевозок СПГ:

вагон-термос изотермический;

изотермические вагоны с охлаждением жидким азотом в виде автономного жидкоазотного вагона и модификации вагона-термоса с азотной системой захлаживания;

вентилируемый и отапливаемый изотермический вагон;

автономный рефрижераторный вагон.

В четвертой главе представлены теоретические и экспериментальные исследования тепловых процессов СПГ в грузовом помещении изотермического вагона. Рассмотрены методы расчета процессов теплопереноса и воздухораспределения при термообработке перевозимых грузов.

В рамках исследовательских работ были предложены, реализованы, и апробированы технические решения систем термостабилизации для отопления и охлаждения грузового помещения изотермического вагона.

Новая концепция обогрева грузового помещения отапливаемого изотермического вагона, (актуальная для термосопригодных грузов и плодоовощной продукции) предлагает использование нагревательных кабелей, смонтированных в ограждающих конструкциях пола и боковых стен. На основании новых технических решений системы обогрева в виде нагревательных кабелей (теплый пол) была разработана математическая модель термообработки штабеля груза в грузовом помещении изотермического вагона.

В этой модели учитывается естественное гравитационное движение термообработанного (теплого) воздуха вокруг штабеля груза.

В пятой главе представлены материалы по системам энергоснабжения для ИПС. На основании анализа существующего РПС рассмотрены имеющиеся варианты систем энергоснабжения холодильного оборудования.

При выборе вариантов систем энергоснабжения АРВ рассмотрены возможности использования в качестве основного источника электроэнергии дизель-генераторной установки, а дополнительным источником электроэнергии при движении вагона со скоростью движения 700-1000 км/сутки предполагается использование ВИГ, установленного на тележке типа КВЗ-И2.

Применение двух источников энергоснабжения позволит увеличить автономность и сократить эксплуатационные затраты перспективного рефрижераторного вагона.

В шестой главе проведен анализ компоновочных решений расположения энергохолодильного оборудования существующих рефрижераторных вагонов. Использование агрегатированного энергохолодильного оборудования и модернизационный ресурс - эти два принципа положены в основу формирования универсальной конструкции кузова рефрижераторного вагона.

Для выбора рациональных схем расположения холодильного оборудования в кузове рассматриваются варианты, которые ранее не использовались для рефрижераторных вагонов, но являются возможными и целесообразными как с точки зрения расположения холодильного оборудования, так и увеличения полезного объема грузового помещения.

В седьмой главе представлен комплексный анализ состояния исследований и разработок ходовых частей для ИПС. Рассмотрена классификация конструкций грузовых тележек различного назначения, грузоподъемности и скорости движения в рамках существующих нормативных документов.

Показана эволюция автономных систем энергоснабжения вагонов с подвагонными генераторами. Разработана компьютерная модель в программе «Универсальный механизм» для исследования колебаний вагона с тележками КВЗ-И2 и текстропным приводом подвагонного генератора, с учетом нелинейных свойств тележки КВЗ-И2, которая была учтена при проектировании модернизированной тележки КВЗ-И2 в проекте ПКБ ЦВ М 1825.000.

Выполнены экспериментальные исследования тележки КВЗ-И2, позволяющие качественно сравнить и оценить динамические характеристики грузовых, пассажирских и грузопассажирских тележек, полученных при прохождении испытательного скоростного участка Белореченская – Майкоп. Полученные данные позволили сравнить динамические качества различных типов ходовых частей вагонов при одинаковых условиях качества путей.

В заключении изложены основные результаты диссертационной работы.

Структура и содержание диссертационной работы соответствует поставленной цели и задачам исследования, главы диссертации заканчиваются лаконично изложенными выводами, а заключение включает общий итог проведенных исследований. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу.

3. Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационной работы сформулирована автором в виде следующих основных положений, с которыми можно полностью согласиться.

1. Формирование перспективных требований к транспортно-технологической системе организации перевозок СПГ с учетом географии перевозок, структуры грузопотоков, сезонности перевозок и других факторов.

2. Развитие методических подходов к оценке спроса на ИПС для обеспечения мультимодальных и интермодальных перевозок.

3. Выполненный с использованием обобщенной конструктивной схемы (информационной модели) функциональный анализ основных систем рефрижераторного вагона и полученная в виде графа функционального взаимодействия элементов технической системы и окружающей среды структура вагона позволяют реализовывать высокоэффективные автономные системы энергоснабжения и энергохолодильное оборудование для востребованных рынком типов ИПС.

4. Определены и обоснованы рациональные сферы применения автономных систем энергоснабжения для изотермических и рефрижераторных вагонов с технической и экономической точек зрения.

5. Разработаны и реализованы математические модели колебаний и определены динамические характеристики модернизированной тележки КВЗ-И2: текстропным приводом от средней части оси подвагонного генератора.

6. Впервые для изотермического вагона (ИВ) предложена и проработана новая концепция обогрева грузового помещения (ГП) для термосопригодных грузов, на основании которой разработана и апробирована математическая модель термообработки штабеля груза в ГП ИВ, учитывающая естественное гравитационное движение термообработанного теплого воздуха вокруг штабеля груза, которая позволяет реализовать новые транспортно-технологические схемы организации перевозок СПГ.

7. Разработана математическая модель термообработки штабеля груза с использованием жидкого азота в грузовом помещении вагона-термоса. Получены расчетные параметры расхода хладагента и потребного времени термообработки для различных видов замороженных грузов.

8. Адаптирована модель и выполнен расчет напряженно-деформированного состояния кузова изотермического вагона от воздействия парожидкостной смеси азота при захолаживании груза в ГП.

9. Созданы варианты математических моделей напряженно-деформированного состояния кузова ИВ в зависимости от компоновки специального оборудования. При этом были рассмотрены компоновочные решения энергохолодильного оборудования автономного рефрижераторного вагона (АРВ), как базового, наиболее востребованного типа вагона.

10. Разработаны уточненная методика оценки статической нагруженности модернизированной конструкции кузова и методика оценки динамической нагруженности усовершенствованных частей РПС.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

Теоретическая значимость диссертации заключается в разработке научно обоснованных технических и технологических решений для изотермического подвижного состава и энергохолодильного оборудования рефрижераторных вагонов:

сформулированы технические требования к перспективному типу ИПС и его основным функциональным подсистемам с учетом современных достижений в вагоностроении, электро- и холодильном машиностроении, а также сфере информационных технологий;

разработанный общий алгоритм проектирования позволяет на основе блочно-модульного подхода конструировать основные функциональные блоки изотермических и рефрижераторных вагонов, обеспечивающих специализацию вагонов по набору выполняемых ими функций, необходимых для транспортировки скоропортящихся грузов;

разработанный типоразмерный ряд специализированного подвижного состава для транспортировки скоропортящихся грузов позволяет реализовать различные типы изотермических вагонов с несколькими вариантами организации их энергоснабжения, обеспечивающих развитие технологических решений перевозок;

предложенное конструктивное устройство и технология работы новой системы обогрева «теплый пол» позволяет обеспечить выполнение специальных требований, предъявляемых к транспортировке термочувствительных скоропортящихся грузов;

результаты технической проработки и эксплуатационных испытаний опытного образца системы захолаживания грузового помещения с помощью жидкого азота могут быть использованы для модернизации вагонов-термосов с расширенными функциональными возможностями;

разработанный в рамках диссертационного исследования вентильно-индукторный подвагонный генератор может быть использован для автономного комплекса энергоснабжения перспективных рефрижераторных вагонов.

5. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, сформулированных в диссертации, подтверждаются корректностью постановки задач и принятых допущений; проведенным обзором и анализом ранее выполненных научных исследований в области взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути; применением современного математического аппарата, использованием статистических, аналитических и экспериментальных методов исследования; применением в теоретических исследованиях апробированных и широко используемых в инженерной практике программных комплексов ANSYS Workbench, SolidWorks, Универсальный механизм и Mathcad; в экспериментах и испытаниях – сертифицированных и калиброванных средств измерений; сходимостью результатов теоретических исследований с проведенными натурными экспериментальными данными и данными, полученными при проведении ходовых испытаний.

6. Публикации и апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались, и обсуждались на заседаниях и научных семинарах кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ФГБОУ ВО РГУПС и ПГУПС, Научно-технического совета ЗАО НО «Тверской институт вагоностроения», а также в разные годы на национальных и международных научных конференциях.

Основные положения и научные результаты диссертационной работы достаточно полно изложены в 72 научных работах, из них 23 – в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ, и 4 работы в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах Web of Science и Scopus, 2 монографиях; получены 11 патентов. Опубликованные по результатам исследований материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, имеются ссылки на авторов и источники заимствования материалов.

7. Внедрение результатов исследования

Научные результаты, представленные в диссертации, имеют важное практическое значение. Разработки в области эксплуатации инновационного ИПС подтверждаются актами внедрения АО «Рефсервис». Разработки в области вагоностроения подтверждены актами Армавирского завода тяжелого машиностроения и ПКБ ЦВ, а также протоколом заседания научно-технического совета ЗАО НО «Тверской институт вагоностроения».

8. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных и представленных в диссертации, актуальны для

отрасли, и имеют практическую ценность при модернизации имеющегося, и разработке инновационного изотермического подвижного состава.

Практическая ценность состоит в том, что результаты диссертации О.А. Ворона дают возможность:

сформулировать технические требования к перспективному типу ИПС и его основным функциональным подсистемам с учетом передовых достижений в вагоностроении, электро - и холодильном машиностроении, а также информационных технологий;

уточнить технико-экономические характеристики инновационного изотермического подвижного состава и сократить затраты времени на разработку исходных технических требований;

обосновать использование генераторно-приводной установки с вентильно-индукторным подвагонным генератором для фитинговых платформ при транспортировке крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров.

Полученные расчетным путем:

время прогрева порожнего вагона до +6 С при различной температуре внешнего воздуха;

время появления температур ниже 0 С на внутренней поверхности ГП и зависимости минимальной температуры СПГ от температуры наружного воздуха;

временные циклы работы нагревательного кабеля в груженом рейсе для различной внешней температуры, качественно соотносятся с экспериментальными данными, полученными в результате опытных перевозок плодоовощных соков, что позволяет их использование при разработке условий перевозок и эксплуатации отапливаемых изотермических вагонов.

9. Соответствие диссертации паспорту научной специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» и 05.22.01 – «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»

Материал, представленный в диссертации соответствует следующим направлениям научных специальностей:

05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» следующим пунктам паспорта специальности:

п.1 «Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности...»;

п.4 «Совершенствование подвижного состава... Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения»;

п. 5 «Подвижной состав нового поколения и тормозное оборудование, повышающее безопасность движения поездов и пропускную способность железных дорог»;

п.6 «Оценка динамических и прочностных качеств подвижного состава».

05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте:

п.1 Транспортные системы и сети страны, их структура, технологии работы;

п.2 Оптимальная структура подвижного состава;

п.5 Технологии перевозок различными видами транспорта, мультимодальные перевозки; международные и транзитные перевозки.

10. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Структура и содержание автореферата соответствуют основному содержанию диссертации и полностью отражают научные положения, результаты, основные выводы, научную новизну и практическую значимость диссертации.

11. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2012.

12. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В разделе актуальности темы отмечено: «Система интеграции подразделений различных видов транспорта и других участников товародвижения с целью достижения синергетического эффекта взаимодействия включает развитие транспортной инфраструктуры, технологий организации перевозок, подвижного состава и терминальных комплексов обслуживания транспортных средств». Однако в основном тексте диссертации не раскрыто в должной мере, в чем же конкретно выражается синергетический эффект.

2. На наш взгляд остаётся дискуссионным утверждение – логическая связь автора (в п.1.1 диссертации и на стр. 9 автореферата) о том, что увеличение перевозок в КРК происходит на фоне дефицита РПС.

3. На стр. 34 диссертации и стр. 9 автореферата упоминается такая перспективная технология для хранения плодоовощной продукции, как регулируемая газовая среда, однако далее по тексту информация, раскрывающая этот термин, и его преимущества не отражены в работе.

4. В тексте диссертации отмечено (стр. 144), что «Для решения поставленных задач предлагается в качестве основы автономной системы электрооборудования АРВ использовать высокоэффективные вентиляционно-индукторные подвагонные генераторы с высоким КПД», однако конкретных

цифровых значений КПД вентиляно-индукторных подвагонных генераторов в диссертации не приведено.

5. На стр. 282 под заголовком указывается ошибочно, что результаты прочностных расчетов дали значения массы конструкции.

6. В заключении автореферата автор подчеркивает, что сформулирована концепция разработки нового ИПС и средств модернизации (стр. 34). Автору следовало бы в схематичной (графической или описательной) форме отразить ее в автореферате.

7. В выводах на стр. 343 автор утверждает, что поскольку «заказчиками изотермических вагонов будут операторские и логистические компании, при выборе типа тележки они будут отдавать предпочтение экономическим (стоимостным) и эксплуатационным (надежность и ремонтпригодность) показателям. Улучшенные динамические показатели тележек со снижением отрицательного воздействия на путь будут ими учитываться только после введения льготных тарифов для вагонов на таких тележках». Такое утверждение не учитывает специфики изотермических вагонов, для которых одним из основных показателей является время доставки груза потребителю. Поэтому улучшение динамических показателей, приводящее к уменьшению интенсивности износов и как следствие сокращению времени простоев для осмотра вагонов и устранению выявленных неисправностей имеет большое значение, чем введение льготных тарифов. Сокращение времени простоев для изотермических поездов имеет большее значение, чем при обычных грузовых перевозках, на что автор не обращает должного внимания.

13. Заключение

Диссертация Ворона Олега Андреевича на тему: «Методология развития инновационного изотермического подвижного состава в транспортной системе страны» на соискание ученой степени доктора технических наук выполнена на актуальную тему и является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в теоретическое и методологическое развитие железнодорожного транспорта. Диссертация соответствует ее содержанию и полностью отражает научную новизну и практическую значимость, а опубликованные соискателем работы раскрывают основные положения диссертационного исследования.


Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения достаточно обоснованы.

Диссертационная работа по своему содержанию, научному уровню и завершенности исследования соответствует критериям, установленным в пунктах 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Ворон Олег Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям:

05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» и 05.22.01 – «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте».

Отзыв на диссертацию обсужден и утвержден на расширенном заседании научно-технического совета научного центра «Нетяговый подвижной состав и автотормозные системы поездов» (НЦ НПСАП) акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») (протокол от 11.03.2022 г. № НПСАП-07/01).

Председатель НТС НЦ НПСАП
Гудас Михаил Владимирович,
директор НЦ НПСАП


М.В. Гудас

Мехедов Михаил Иванович, кандидат
технических наук по специальности
05.22.08 – Управление процессами перевозок,
заместитель Генерального директора
акционерного общества
«Научно-исследовательский институт
железнодорожного транспорта»
(АО «ВНИИЖТ») – директор научного
центра «Цифровые модели перевозок
и энергосбережения»


М.И. Мехедов

Ромен Юрий Семенович, доктор
технических наук по специальности
05.22.07 – Подвижной состав железных
дорог, тяга поездов и электрификация,
профессор, главный научный сотрудник
научного центра «Путевая инфраструктура
и вопросы взаимодействия колесо-рельс»


Ю.С. Ромен

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт
железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),
Фактический адрес: 129626, г. Москва, ул. 3-я Мытищинская, д. 10,
тел.: +7 (499) 602-41-11,
электронная почта: info@vniizht.ru

*Подписи Гудаса М.В., Мехедова М.И., Ромена Ю.С. заверено
заместитель начальника отдела
управления персоналом АО «ВНИИЖТ» Александровича Н.Н.*