

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

ЛЕБЕДЕВА ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА

**на тему «Обоснование технических решений конструкции двухэтажного
пассажирского вагона»**

**по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог, тяга
поездов и электрификация**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность выбранной темы

В последние годы по многим направлениям возросли потребности в увеличении объема пассажирских перевозок. Решение этой проблемы на железнодорожном транспорте возможно по пути увеличения скорости движения, вместимости пассажирских вагонов. При этом должна обеспечиваться безопасность, а стоимость перевозок оставаться конкурентоспособной. Поэтому качественное проектирование скоростных двухэтажных пассажирских вагонов, обоснование вырабатываемых при этом технических решений, является важной задачей современного этапа обеспечения пассажиропотоков.

Таким образом, тема диссертации Лебедева В. А. тесно связана с повышением эффективности работы железнодорожного транспорта в области пассажирских перевозок, обеспечением безопасности, безусловно востребована и **актуальна**.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации имеющей прикладной характер, базируются на фундаментальных положениях, разработанных отечественными и зарубежными учеными в области оценки несущей способности и прочности вагонов, в том числе двухэтажных.

В диссертации эти положения рассмотрены применительно к случаю двухэтажного пассажирского вагона, с учетом его особенностей.

В расчетах использовались программные разработки, получившие мировое признание, имеющие длительную историю применения и апробации в различных проектных и научно-исследовательских организациях всего Мира.

Для обоснования технических решений по элементам конструкции автором проводились исследования, в которых сочетались вычислительные и экспериментальные подходы. На основе анализа полученных результатов проводилась рационализация расчетных схем и самой конструкции. Недостаток экспериментальной и эксплуатационной информации, необходимой для выработки качественных технических решений компенсировался компьютерным моделированием.

Использованные в диссертации подходы базируются на фундаментальных положениях таких научных направлений как механика материалов и конструкций, динамика и прочность машиностроительных объектов. Правильность применения этих обоснованных десятилетиями опыта положений автор подтверждает сопоставлением своих расчетов с результатами проведенных экспериментов и опытом эксплуатации аналогов исследуемых вагонов.

Выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, можно считать достаточно обоснованными и логичными.

Достоверность и новизна полученных результатов

Полученные результаты, подтверждаются практикой эксплуатации и работы вагонов-аналогов этого типа, удовлетворительно согласуются с результатами эксперимента.

Методику исследования и расчетные оценки, полученные на основе ее использования, а также выработанный автором подход к обоснованию технических решений по модернизации кузова вагона и тележек и сами решения можно отнести к новым научным результатам в области проектирования вагонных конструкций.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Значимость полученных автором результатов состоит в том, что:

- Разработана расчетная математическая модель упругого кузова двухэтажного вагона модели 61-4465 с использованием метода конечных элементов. Рассмотрены два варианта схематизации – пластинчатая и пластинчато-стержневая. Адекватность расчетной схемы верифицирована путем сравнения с результатами стендовых натурных испытаний.

- При решении динамической задачи рассмотрены три способа учета массы брутто кузова. На основе сопоставления с реальными параметрами для оценок рекомендован третий из них – основанный на

моделировании крупноблочного оборудования объемными элементами в сочетании со специальными стержневыми элементами-связями.

– По итогам проведенных расчетов сделаны выводы о возможности уменьшения массы кузова за счет уменьшения толщины обшивки на уровне второго этажа и выше. Для повышения безопасности эксплуатации двухэтажного вагона, исследована возможность создания дополнительных аварийных выходов.

– Для решения динамических задач, автором, с использованием программного комплекса UM Simul, разработана гибридная динамическая модель двухэтажного вагона. Причем, рассмотрены два варианта модели – с абсолютно жестким кузовом и упругим. Модель с упругим кузовом была принята для дальнейших динамических исследований, как более соответствующая реальной конструкции.

– На основе базовой конструкции тележки предложены и исследованы два варианта модификации, ведущей к улучшению динамических показателей вагона.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников. Работа содержит 178 страниц машинописного текста, 92 рисунка, 16 таблиц. Список использованных источников включает 118 наименований.

Во введении и **первом разделе**, посвященному обзору работ, автор диссертации обосновывает выбор темы исследования и научной базы для решения поставленной задачи. Им отмечается, что работы в этом направлении применительно к двухэтажным пассажирским вагонам проводились многими специалистами и научными организациями. Собран обширный материал по двухэтажным пассажирским вагонам, по методам оценки их прочности, динамических и эксплуатационных качеств, по обоснованию на основе этих методов всевозможных технических решений при проектировании.

Особенно следует отметить обзор конструкций двухэтажных пассажирских вагонов. В нем содержатся сведения, как по истории развития, так и современные разработки со всего Мира. Материал хорошо иллюстрирован.

В целом, автор, сопоставляя положительные и негативные стороны двухэтажных вагонов, делает вывод о перспективности их использования в сфере пассажирских перевозок на железных дорогах России.

Во **втором разделе** автор изложил подробности построения и тестирования конечно-элементных (КЭ) моделей кузова двухэтажного пассажирского вагона. В качестве базового варианта принята конструкция вагона модели 61-4465. Формирование КЭ расчетной схемы, расчет, анализ результатов проводились с использованием известных программных комплексов Siemens PLM Femap + MSC.Nastran.

Изначально исследовались два типа КЭ расчетной схемы – пластинчатая и пластинчато-стержневая. Сопоставление с экспериментом показало, что пластинчатая схема дает более точные результаты (расхождение по наиболее напряженным местам ~22%), и последующие расчеты проводились на ее основе.

На основе расчетов и натурных стендовых испытаний выделены наиболее напряженные зоны кузова вагона, это зона перелома профиля кузова, подоконные балки, хребтовая и шкворневая балки.

В этом разделе также содержатся исследования по возможности оборудования вагона дополнительными аварийными выходами с целью повысить безопасность эксплуатации.

В **третьем разделе** излагаются подробности формирования и тестирования динамической модели двухэтажного вагона.

При расчете динамических показателей важно правильно учесть массы заполняющие вагон (пассажиры и багаж, оборудование), их распределение и связь с силовыми элементами конструкции. Автором рассмотрены три способа, из которых выбран наиболее отвечающий реальным показателям. За критерий соответствия выбиралась частота первого изгибного колебания в вертикальной плоскости, полученная расчетом и при стендовых испытаниях вагона. Для наиболее удачного способа расхождения расчета и эксперимента не превысили 9%.

Дальнейшие расчеты проводились на базе именно этого способа (в диссертации он принят под номером три).

Динамическая нагруженность вагона в целом (кузова и тележек в составе сцепа вагонов) оценивалась с использованием программного комплекса «Универсальный механизм» (UM Simul). В нем содержатся специализированные блоки для решения таких задач. Рассмотрены два варианта расчетной модели – кузов принят упругим (модель 1), кузов принят абсолютно жестким телом (модель 2). Рассматривался сцеп из 3 вагонов. Исследовались: вертикальные и горизонтальные ускорения кузова, коэффициент вертикальной динамики, рамные силы, плавность хода вагона, коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса, прочие динамические показатели.

Сравнение результатов моделирования и поездных испытаний показывает, что модель с упругим кузовом дает более точные результаты расчета, поэтому дальнейшие расчеты выполнялись на ее основе.

Результаты расчетов и испытаний указали на «значительную» величину вертикальных ускорений, близкие к допустимым значения показателя плавности хода.

В четвертом разделе рассматривается возможность уменьшения вертикальных ускорений. Для этого автором рассмотрено два варианта технического решения по модернизации конструкции тележки (за базовую принималась модель 68-4095). Приведены результаты сравнения, на основе которых рекомендуется вариант с наклонными подвесками торсионного стабилизатора (вариант 2).

Разделы диссертации завершаются выводами, а текст всей работы завершается общим заключением. В заключение приведены результаты выполнения поставленных задач и намечены перспективы дальнейшей проработки темы.

Общая оценка содержания работы положительная, содержание диссертации соответствует цели, изложены этапы, обеспечивающие решение поставленных задач.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Диссертационная работа является полностью завершенной, выполнена на достаточном научном уровне и с применением современных информационных технологий.

Вместе с тем, остаются некоторые вопросы:

- 1) Рекомендуется уточнить некоторые цифры, приведенные в обзоре - осевая нагрузка 23 тс (с. 32) велика даже для двухэтажного вагона.
- 2) При КЭ расчете кузова автор ограничился размерностью модели ~ 80000 узлов. Между тем кузов двухэтажного вагона представляет собой достаточно сложную конструкцию, а современные ПК позволяют эффективно решать задачи с количеством узлов (в том числе и при элементах оболочки) более миллиона. Причем, при расчетах подобных конструкций в лаборатории прочностных расчетов ВНИКТИ порой отмечались существенные уточнения параметров НДС при росте размерности задачи в указанном диапазоне. Желательно было бы подробнее обосновать принятую размерность задачи.

3) В продолжении работы желательно исследовать влияние на динамические показатели вагона положения центра тяжести, буферных устройств, стрелочных переводов.

4) В реферате размеры символов и качество печати порой затрудняют анализ представленных результатов (рис. 7-9).

5) Имеются замечания редакционного характера по реферату и диссертации.

Приведенные замечания носят более рекомендательный характер и не снижают качество диссертационной работы.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат отражает структуру диссертации и соответствует основному ее содержанию.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертации и автореферат 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.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в «Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Лебедева Владимира Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

– по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

– по пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в трех рецензируемых научных изданиях;

– по пункту 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных

результатов. В диссертации соискатель использует результаты научных работ, выполненных им лично и в соавторстве, и отмечает это обстоятельство.

Заключение о соответствии диссертации

п. 9 Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Лебедева Владимира Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по обоснованию технических решений конструкции двухэтажного пассажирского вагона, имеющей существенное значение для вагоностроения и железнодорожного транспорта в целом, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
Овечников Михаил Николаевич, доктор технических наук,
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация,
140402, Московская область, г. Коломна,
ул. Октябрьской революции ул. 410,
тел.: +7 (496) 618-82-18, E-mail: vnikti@ptl-kolomna.ru
Акционерное общество «Научно-исследовательский
и конструкторско-технологический институт
подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»),
заведующий лабораторией прочностных расчетов


(подпись)

М.Н. Овечников
(инициалы, фамилия)

10 мая 2017 г.

Подпись Овечникова М. Н. заверяю:
Начальник отдела управления
персоналом АО ВНИКТИ




Е. М. Новосельцева

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Лебедева Владимира Александровича «Обоснование технических решений
конструкции двухэтажного пассажирского вагона», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация»

Диссертация изложена на 178 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц и 92 иллюстрации и включает в себя введение, четыре главы, заключение, список использованных источников из 118 наименований.

1. Актуальность избранной темы

Важной задачей современного пассажирского вагоностроения является: снижение затрат перевозки пассажира при увеличении пропускной способности. Для решения данной задачи целесообразно использовать двухэтажные пассажирские вагоны. Однако данный тип пассажирских вагонов необходимо дополнительно оборудовать системами стабилизации для прохождения кривых участков пути. В настоящее время в российской федерации отсутствует опыт проектирования таких систем методами компьютерного моделирования, позволяющих на ранней стадии качественно оценивать их параметры. Таким образом, актуальным является использование компьютерного моделирования при исследовании характеристик систем стабилизации пассажирских вагонов, в частности двухэтажных.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснование цели и задач диссертационной работы основано на глубоком изучении состояния вопроса: особенностей конструкции зарубежных и отечественных двухэтажных пассажирских вагонов, обзора развития методов прочностных расчетов несущих конструкций и исследований в области динамики подвижного состава. Это позволило соискателю научно обосновать выбор для исследования вариантов конструкции стабилизирующих устройств метода гибридного моделирования, реализованного в программном комплексе «Универсальный механизм», а также использование пластинчатой конечно-элементной модели и способа учета массы брутто.

Научные положения, выносимые на защиту, обоснованы корректным выбором программных комплексов для компьютерного моделирования динамики двухэтажных пассажирских вагонов, а также использованием в исследовании апробированных численных методов и сопоставлением экспериментальных исследований прочности и динамики подвижного состава.

Полученные выводы и рекомендации диссертационной логически последовательны и обоснованы.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждена удовлетворительной сходимостью результатов компьютерного моделирования с результатами стендовых и полигонных испытаний двухэтажных вагонов, проведенных испытательным центром ЗАО НО «ТИВ».

К наиболее важным положениям и результатам работы, сформулированным в диссертации и обладающим научной новизной, относятся:

1 Разработка и обоснование уточненного способа учета влияния распределения массы брутто кузова по его металлоконструкции

2 Разработка математической модели отечественного пассажирского купейного двухэтажного вагона модели 61-4465 на основе объектно-ориентированной конечно-элементной модели кузова.

3 Обоснование новых технических решений конструкции стабилизирующих устройств бокового наклона кузова двухэтажного пассажирского вагона с подбором параметров подвешивания его ходовых частей.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Разработанная соискателем методика моделирования нагружения массой брутто несущей металлоконструкции кузова объемными массовыми элементами с связями в виде стержневых элементов может применяться для разработки конструкторских решений при проектировании кузовов пассажирских вагонов.

Разработанная компьютерная модель двухэтажного пассажирского вагона позволяет с приемлемой точностью оценить его динамические параметры и напряженно-деформированное состояние.

Разработаны два варианта конструкции стабилизирующего устройства бокового наклона кузова двухэтажного вагона и подобраны параметры ходовых частей. Обоснована возможность их применения на практике в части их влияния на динамические параметры вагона.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Во введении автором обосновывается актуальность, формулируется цель, научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненных исследований, приводятся методы исследований и дается общая характеристика работы с указанием личного вклада соискателя.

В первой главе диссертации проведен обзор истории возникновения и развития конструкций двухэтажных пассажирских вагонов, также конструкций двухэтажных пассажирских вагонов, эксплуатируемых за рубежом и на железных дорогах России. Выполнен краткий обзор работ, посвященных методам прочностных расчетов кузовов вагонов, и по исследованию динамики подвижного состава. На основе проведенного

анализа автором диссертационной работы сформулированы цель, задачи и принимаемые ограничения исследований.

Во второй главе приведено описание объекта исследования, разработаны пластинчатая и пластинчато-стержневая конечно-элементная модели кузова двухэтажного пассажирского вагона. На данном этапе работы приводятся результаты теоретических исследований и их сопоставление с данными стендовых испытаний. Сделан вывод о том, что напряжения, полученные с использованием пластинчатой конечно-элементной модели, более близки к данным эксперимента по сравнению с напряжениями, полученными с использованием пластинчато-стержневой модели. Также исследование напряженно-деформированного состояния показало, что кузов обладает запасом по условиям прочности для снижения металлоемкости, что в свою очередь позволяет предусмотреть дополнительные вырезы для эвакуационных выходов при двух сценариях аварии.

В третьей главе проведено исследование влияния вариантов учета массы брутто. Обоснован вариант моделирования, при котором тяжеловесное оборудование учитывается с помощью объемных элементов, а масса элементов внутреннего интерьера, полезной нагрузки и т.п. с помощью объемных весовых элементов, связанных с металлоконструкцией абсолютно жесткими стержневыми элементами. Обоснование проведено путем сопоставления координат центра тяжести кузова брутто, представленных вариантов и реального образца, и сравнением значений их собственных частот изгибных колебаний в вертикальной плоскости.

Далее рассмотрено описание динамической модели двухэтажного пассажирского вагона в двух исполнениях. В качестве инструмента для исследования использован программный комплекс «Универсальный механизм». Рассматривались пространственные колебания двухэтажного вагона в трехмерном пространстве с учетом случайных неровностей пути при движении в прямых и кривых участках. Выбор динамической модели двухэтажного пассажирского вагона осуществлялся на основе сравнительного анализа динамических показателей обоих вариантов и результатов полигонных испытаний, проведенных на скоростном испытательном полигоне ОАО «ВНИИЖТ».

Анализ полученных показателей ходовой динамики показал, что применение упругой модели кузова с уточненным учетом массы брутто кузова позволило существенно повысить достоверность исследования, обеспечивая меньшее расхождение полученных численно показателей динамических качеств двухэтажного вагона с данными испытаний.

В четвертой главе выполнено обоснование применения и поиск вариантов конструкций стабилизирующих устройств тележки двухэтажного вагона. В результате проведенных расчетов были выявлено, что уменьшение жесткости рессор ходовых частей вагона для уменьшения величины вертикальных ускорений кузова с штатным стабилизатором в конструкции приведет к неудовлетворительным величинам параметров безопасности.

Для уменьшения вертикальных ускорений автором диссертационной работы предложено два варианта конструкции стабилизирующего устройства, для предложенных вариантов проведено моделирование

движения двухэтажного пассажирского вагона и подобраны параметры жесткости подвешивания.

Анализ результатов моделирования позволил определить конструкцию тележки позволяющую улучшить показатели качества хода вагона по сравнению с существующей конструкцией.

Таким образом, содержание диссертации отражает поставленные задачи и их решение, а проведенные исследования обладают завершенностью.

6. Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

По своему научному содержанию, теоретической и практической значимости работа заслуживает общей высокой оценки. Рассмотренные в ней вопросы достаточно глубоко проработаны, научные положения обоснованы, изложены ясно и последовательно. В конце каждой главы приводятся выводы, обобщающие результаты исследований. В заключении сформулированы выводы по диссертации и определены перспективы дальнейшей разработки

При общей положительной оценке работы следует отметить некоторые недостатки и высказать следующие замечания и пожелания:

1) В обзоре исследований подробно описываются конструкции двухэтажных пассажирских вагонов, при этом нет описания систем наклона кузова, их достоинств и недостатков.

2) Стендовые испытания автором называются стендовыми натурными, хотя согласно ГОСТ 16504-81 это разные виды испытаний.

3) В работе автор ссылается на недействующие в настоящее время нормативные документы – это ГОСТ 9036-88 Колеса цельнокатаные. Конструкция и размеры и ГОСТ 8161-75 (СТ СЭВ 1667-79) Рельсы железнодорожные типа Р65. Конструкция и размеры (с Изменениями № 1, 2, 3).

4) Автором не приведены численные результаты для вариантов кузовов двухэтажных вагонов с дополнительными вырезами под эвакуационные выходы при двух сценариях аварии.

5) Иногда используется неточная терминология: стр. 104 «боковая динамика»; стр. 117: «инерциальные характеристики» (вместо термина «инерционные характеристики»); стр. 130: «показатели ходовой динамики».

6) При описании вариантов конструкций стабилизирующих устройств автор использует обобщения «на некоторую величину», «несколько уменьшает» вместо конкретных численных значений, что несколько затрудняет воспроизводимость результатов моделирования.

7) В работе имеется ряд опечаток. например на рисунках 4.7, 4.9, 4.11 горизонтальные ускорения обозначены A_v вместо A_g .

Изложенные выше замечания не снижают ценности диссертационной работы и полученных результатов.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертации отражает содержание диссертации, в котором четко и ясно приводится общая характеристика работы, кратко раскрыто содержание всех глав диссертации, и сделано заключение по выполненным исследованиям.

8. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

Диссертация и автореферат диссертации по структуре и оформлению 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.

9. Заключение по диссертации

Диссертация Лебедева Владимира Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи по улучшению качества хода отечественных двухэтажных пассажирских вагонов, имеющей существенное значение для железнодорожного транспорта Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г.

Автор работы Лебедев Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,
Гончаров Дмитрий Игоревич
кандидат технических наук по специальности
05.22.07 «Подвижной состав железных
дорог, тяга поездов и электрификация»
почтовый адрес: 170003, г. Тверь,
Петербургское ш., д. 45г.
телефон: +7-963-222-24-64
адрес электронной почты: amid1884@yandex.ru
Закрытое акционерное общество научная организация
«Тверской институт вагоностроения»,
заведующий лабораторией

Подпись Д.И. Гончарова удостоверяю.

Заведующая отделом
кадров ЗАО НО «ТИВ»



Д.И. Гончаров

15.05.2017г.

Зубцова Л.И.