

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Шинкарука Андрея Сергеевича «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки» по научной специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Актуальность темы диссертации

В соответствии со стратегией холдинга ОАО «РЖД» запланирована оптимизация маршрутной сети и расписания поездов, повышения скоростей, роста грузоперевозок и пассажиропотока. Требования обеспечения безопасности при эксплуатации пассажирского подвижного состава определяются в приоритетном порядке за счёт обеспечения надёжности и прочности несущих элементов железнодорожного подвижного состава. Несмотря на постоянное совершенствование методов ремонта пассажирских вагонов как узлов и деталей, так и самих вагонов в целом, при расчёте на прочность его элементов существуют зоны, которые всё ещё трудно поддаются оценке, в том числе из-за наличия технологического фактора. Таким образом, экспериментальная оценка подвижного состава остаётся единственным и довольно затратным методом, устанавливающим соответствие конструкции вагона нормативным требованиям безопасности.

Также следует отметить, что несмотря на то, что в последние 5 лет приобретение подвижного состава растёт, однако, темп пополнения парка пассажирских вагонов снижен более чем на 35 % за последнее десятилетие, и обеспечить потребность в перевозках на пиковые периоды в настоящее время в полном объёме не представляется возможным.

Кроме проблем, возникающих с компенсацией выбывающего по сроку службы подвижного состава, возникают вопросы об оптимальности проведения планового-предупредительного ремонта, так как индивидуальный физический износ каждого вагона зависит от ряда факторов, таких как полигонов курсирования, интенсивности эксплуатации, что приводит к постановке на ремонтные позиции вагонов с различной степенью износа – от незначительно до сверхнормативного. Следовательно, в зависимости от фактического объёма ремонта вагона расходы на восстановление, а также его остаточный ресурс будут различными.

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования, направленные на изучение методов повышения продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки, являются актуальной.

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

Обоснованность положений и выводов диссертации определяется и обеспечивается проведенным анализом значительного числа отечественных и зарубежных публикаций по проблематике исследования, а также корректным применением методов математического моделирования, реализуемых неоднократно апробированными программными комплексами и удовлетворительной сходимостью результатов расчетных оценок, полученных в работе, с данными натурных статических и динамических испытаний.

3. Достоверность и новизна, полученных результатов

Достоверность результатов подтверждается сопоставлением материалов натурных стендовых, лабораторных и металлографических исследований, полученных расчётным путем. Максимальная разница значений результатов и экспериментов не превышает 20%.

К наибольшим важным результатам работы, обладающим научной новизной, можно отнести:

- доказано, что металл основного объема хребтовой балки после достижения предельного срока службы (40 лет) отвечает всем техническим и прочностным нормативным требованиям;
- определены участки хребтовой балки, подверженные в процессе эксплуатации усиленной коррозии, вследствие которой происходит уточнение его сечения;
- выявлены причины наибольшей интенсивности коррозии на локальных участках хребтовой балки, которые обусловлены наличием значительного разброса остаточных напряжений в её внутренних слоях, образующихся в процессе изготовления вагона и в процессе эксплуатации;
- разработана технология, устраняющая негативное формирование остаточных напряжений в сечении хребтовой балки и увеличивающая её коррозионную стойкость.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Полученная в результате работы программная модель исследования хребтовой балки целесообразна для распространения на другие основные элементы экипажной

части вагона (детали рамы и кузова вагона). Применение данной модели на других элементах подвагонного оборудования позволит обеспечить снижение коррозионного воздействия на несущую конструкцию подвижного состава в целом, а также увеличит выявляемость зарождающихся дефектов при проведении планового ремонта.

Разработанная технология защиты хребтовой балки от коррозионного износа и внешнего воздействия позволяет снизить развитие коррозии в поверхностном слое металла, исключить необходимость механической очистки хребтовой балки при снятии ранее нанесенного лакокрасочного покрытия, снизить остаточные напряжения в элементах хребтовой балки.

5. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа состоит из введения, четырех основных глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 149 наименований. Работа содержит 187 страниц машинописного текста, 79 рисунков, 35 таблиц и 1 приложения.

Во введении дана общая характеристика работы с обоснованием актуальности темы исследования, указаны научная новизна, практическая ценность, реализация результатов работы на предприятиях вагоноремонтного комплекса, апробация и публикации по работе, личный вклад соискателя.

В первой главе выполнен обзор научных разработок и оценка состояния исследования вопроса коррозионного износа несущих элементов подвижного состава отечественными и зарубежными учеными, кратко изложены состояние вопроса и сформулирована постановка задачи.

Во второй главе дана общая структура изменения парка пассажирских вагонов по моделям и типам конструкции рамы кузова за последнее десятилетие, проведен анализ нормативно-технологической документации по техническому обслуживанию и планового-предупредительному ремонту хребтовой балки, проведен анализ системы периодичности окрашивания пассажирских вагонов и периодичность проведения планового-предупредительного ремонта. При исследовании установлено, что в результате воздействия окружающей среды на элементы металлоконструкций происходит зарождение и развитие местной коррозии в несущих элементах силового каркаса вагона, проведен сбор и анализ информации о техническом состоянии основных несущих элементах рамы и кузова вагонов, поступающих в ремонт, по результатам которого осмотрено более ста вагонов, изготовленных в 1991–2010 годах, и установлено, что на хребтовых балках всех обследованных вагонов выявлено наличие коррозионного воздействия различной

интенсивности: от коррозионных пятен и язв до очагов коррозионного разрушения элементов металлоконструкций.

В третьей главе проведены расчёты рам кузова опытного пассажирского плацкартного вагона, в конструкцию рамы которого входит хребтовая балка, исследовано образование остаточных напряжений в металле после проведения сварочных работ при приварке двутавра к швеллеру шкворневой балке в процессе изготовления, а также их наличия после дробеструйной обработки поверхностного слоя, исследованы свойства защиты металла от коррозионного воздействия при дробеструйной обработке и без неё, проведены исследования элементов хребтовых балок вагонов моделей 61-828 и 61-425, выработавших нормативных срок службы, на наличие остаточных напряжений в зависимости от глубины травления металла, проведено металлографическое исследование элементов этих хребтовых балок.

В четвертой главе проведен расчет циклической долговечности рамы и хребтовой балки пассажирского вагона модели 61-425, выработавшего предельный нормативный срок службы, изучены свойства альтернативных лакокрасочных покрытий, позволяющих более эффективно снизить коррозионное влияние на металлические элементы рамы вагона, рассмотрено качество очистки, а также проведено сравнение качества механической и дробеструйной очисток хребтовой балки перед окраской пассажирского вагона, изложены результаты экспериментальной окраски пассажирского вагона модели 61-4186 с проведением дробеструйной очистки участков хребтовой балки вагона с последующей окраской резиновой водоразбавляемой краской.

В заключении представлены выводы на основе анализа полученных результатов теоретических и практических исследований. Отмечена перспектива дальнейших исследований.

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

Материалы диссертационной работы изложены ясно и последовательно, хорошо иллюстрированы и структурированы. По окончании каждой главы проводятся выводы и обобщение результатов исследований. В основных результатах и выводах работы сформулированы общие итоги исследований по диссертации.

Диссертационная работа представляет научный труд, в котором на основании выполненных автором исследований разработаны практические положения и изложены научно обоснованные технические решения, совокупность которых

вносит значительный вклад в повышении технической надежности пассажирского подвижного состава.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1. В тексте работы не приведено обоснование выбора размеров конечных элементов при разработке конечноэлементной расчетной схемы?

2. Не ясно каким образом в предлагаемой в работе пластинчато-стержневой конечноэлементной расчетной схеме учтены локальные изменения толщины стенок несущих подкрепляющих элементов?

3. В работе не приведены данные о влиянии изменения площади поперечного сечения подкрепляющих несущих элементов на частоту первого тона изгибных колебаний кузова?

4. В работе не рассмотрены вопросы обоснования режимов дробеструйной обработки в зонах сварных соединений.

5. По тексту диссертации имеются опечатки.

Указанные недостатки не снижают качества и ценности диссертации и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат по своему содержанию в полной мере отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

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. М.: Стандартинформ. – 2012

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

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

Диссертация Шинкарука Андрея Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке защиты хребтовой балки пассажирского вагона от коррозионного воздействия и внешней среды, имеющие существенное значение для развития страны.

В соответствии с п. 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендаций по использованию научных выводов.

В соответствии с п. 11 основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Шинкарука Андрея Сергеевича на тему «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки», соответствует требованиям, установленным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,

Антипин Дмитрий Яковлевич, кандидат технических наук по специальности 05.22.07 - Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, доцент, директор «Учебно-научного института транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет» (БГТУ)

241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, д. 7.

тел.: +7 (4832) 56-04-66; email: adya2435@gmail.com

Д.Я. Антипин



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Шинкарука Андрея Сергеевича «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки» по научной специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация на соискание ученой степени кандидате технических наук

- **Актуальность избранной темы**

Требования обеспечения безопасности при эксплуатации пассажирского подвижного состава определяются в приоритетном порядке за счёт обеспечения надёжности и прочности несущих элементов железнодорожного подвижного состава. Они соответствуют стратегии холдинга ОАО «РЖД» до 2030 года, в которой запланирована оптимизация маршрутной сети и расписания поездов, повышения скоростей, роста грузоперевозок и пассажиропотока.

Для обеспечения поставленной задачи и обеспечения пассажирских перевозок в настоящее время используются более 18,5 тысяч пассажирских вагонов, однако фактический спрос, особенно в период летних и каникулярных перевозок, только повышается. Таким образом, проблема с компенсацией выбывающего по сроку службы подвижного состава актуальна.

Кроме того, перед собственниками пассажирского подвижного состава возникают задачи выявления зарождающихся дефектов в несущих элементах конструкции при проведении планового-предупредительного ремонта вагона и перевода его на этот период в нерабочий парк. Устранение таких дефектов является сложным техническим и технологическим процессом и требует большой трудоёмкости, в результате чего данный вагон на значительное время необходимо исключить из эксплуатации.

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования, направленные на увеличение долговечности хребтовой балки, а также

повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона, являются актуальными.

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

Обоснованность положений и выводов диссертации определяется и обеспечивается проведенным анализом значительного числа отечественных и зарубежных публикаций по проблематике исследования, а также корректным применением методов математического моделирования, реализуемых неоднократно апробированными программными комплексами и удовлетворительной сходимостью результатов расчетных оценок, полученных в работе, с данными натурных статических и динамических испытаний.

- **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность результатов подтверждается сопоставлением материалов натурных стендовых, лабораторных и металлографических исследований, полученных расчётным путем. Максимальная разница значений результатов и экспериментов не превышает 20%.

К наибольшим важным результатам работы, обладающим научной новизной, можно отнести:

- что металл основного объема хребтовой балки после достижения предельного срока службы отвечает всем техническим и прочностным нормативным требованиям в соответствии с ГОСТ 14019-2003 и ГОСТ 9454-78;

- определены участки хребтовой балки, в которых возникают значительные остаточные напряжения при её изготовлении, а также в процессе эксплуатации и при достижении окончания жизненного цикла вагона;

- установлены причины интенсивной коррозии в процессе эксплуатации вагона на локальных участках хребтовой балки;

- разработана технология, увеличивающая коррозионную стойкость стали после дробеструйной обработки поверхностного слоя, а также предложено лакокрасочное покрытие, позволяющее эффективно снизить коррозионное воздействие на хребтовую балку в период эксплуатации вагона.

- **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов:**

Разработанная технология защиты хребтовой балки от коррозионного воздействия позволяет снизить развитие коррозии в поверхностном слое металла, исключить необходимость механической очистки хребтовой балки при снятии ранее нанесенного лакокрасочного покрытия, снизить остаточные напряжения в элементах хребтовой балки, возникающих при изготовлении и эксплуатации вагона.

Полученный в результате диссертационной работы положительный эффект целесообразен для распространения на другие элементы кузова вагона и ходовых частей. Применение данной технологии позволит обеспечить снижение коррозионного воздействия на несущую конструкцию подвижного состава в целом, а также увеличит выявляемость зарождающихся дефектов при проведении планово-предупредительного ремонта.

- **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех основных глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 149 наименований. Работа содержит 187 страниц машинописного текста, 79 рисунков, 35 таблиц и 1 приложение.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, изложена степень её разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выносимые на защиту положения и личный вклад соискателя.

В первой главе изучен опыт научных организаций и разработок в вопросах оценки состояния и исследования коррозионного износа основных несущих элементов рамы пассажирского вагона со стороны отечественных и зарубежных учёных, кратко изложено состояние вопроса.

Во второй главе дан обзор периодичности проведения планово-предупредительного ремонта и окраски кузова пассажирских вагонов на протяжении всего периода жизненного цикла, проведен анализ нормативной документации порядка ремонта и технического обслуживания хребтовой балки,

установлены «узкие места» в существующей нормативной документации, проведен сбор информации о техническом состоянии основных несущих элементов рамы и кузова вагонов, поступающих на позиции планово-предупредительного ремонта (вагоны изготовленные в период с 1991 по 2010 год) в результате которых установлено, что на хребтовых балках всех обследованных вагонов выявлено наличие коррозионного воздействия различной интенсивности, от коррозионных пятен и язв, до очагов коррозионного разрушения элементов металлоконструкций.

В третьей главе проведен расчет опытного пассажирского плацкартного вагона, в конструкцию рамы которого входит хребтовая балка на наличие остаточных напряжений при нормативных и минимально допустимых сечениях кузова и рамы вагона, проведено сравнительное исследование воздействия окружающей среды на элементы хребтовой балки прошедшие и не прошедшие дробеструйную обработку, проведены исследования элементов трех хребтовых балок двух моделей пассажирских вагонов, выработавших нормативных срок службы, на наличие остаточных напряжений в зависимости от глубины травления металла, проведено металлографическое исследование элементов хребтовых балок выработавшие нормативный срок службы.

В четвертой главе проведен расчет циклической долговечности рамы и хребтовой балки пассажирского вагона выработавшего предельный нормативный срок службы (40 лет), изучены свойства лакокрасочных покрытий СВАН-500М, показавший свою эффективность к зарождению коррозии на поверхностном слое металла, его эластичным свойствам и экологичности в сравнении с используемым в настоящее время лакокрасочным покрытием ЯрЛИсоат 7130ЖТ, проведено сравнение качества механической и дробеструйной очисток хребтовой балки перед окраской пассажирского вагона, проведена экспериментальная окраска хребтовой балки пассажирского вагона модели 61-4186 с проведением дробеструйной очистки участков балки и последующей окраской резиновой водоразбавляемой краской.

В заключении представлены выводы на основе анализа полученных результатов теоретических и практических исследований. Отмечена перспектива дальнейших исследований.

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

Материалы диссертационной работы изложены ясно и последовательно, хорошо иллюстрированы и структурированы. По окончании каждой главы проводятся выводы и обобщение результатов исследований. В основных результатах и выводах работы сформулированы общие итоги исследований по диссертации.

Диссертационная работа представляет научный труд, в котором на основании выполненных автором исследований разработаны практические положения и изложены научно обоснованные технические решения, совокупность которых вносит значительный вклад в повышении технической надежности пассажирского подвижного состава.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1. Вы брали в расчётах первую модель – новый вагон, с нормальной толщиной несущей конструкции рамы, а вторую модель – с максимальным утонением. На сколько такая схема реальна в эксплуатации? Ведь обычно коррозия не протекает сразу по всей поверхности, а образуется только в отдельных местах.

2. В результате исследований получилось, что остаточные напряжения в хребтовой балке больше предела текучести стали. Как такое может быть и почему балка не разрушается?

3. При исследовании максимальная глубина коррозии оказалась 145 мкм, хотя в расчётах брали утонение в несколько миллиметров.

4. Табл. 4.1-4.3 – твёрдость от 20 до 60 единиц по Бринеллю характерна для пластмасс или цветных металлов и сплавов, а не для стали.

5. Очень большое увеличение твёрдости после дробеструйной обработки. С чем это связано?

6. Помимо измерения твёрдости и шероховатости поверхности нужно было определить степень и глубину наклёпа.

7. Проводилась ли проверка качества окрашивания. Если да, то каким методом?

- **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат по своему содержанию соответствует содержанию диссертации и в полной мере отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

- **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. М.: Стандартинформ. – 2012**

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

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

Диссертация Шинкарука Андрея Сергеевича «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки» на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком уровне, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке защиты хребтовой балки пассажирского вагона от коррозионного воздействия и внешней среды, имеющие существенное значение для развития страны.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Шинкарука Андрея Сергеевича на тему «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности

его хребтовой балки», соответствует требованиям, установленным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент - профессор кафедры
«Наземные транспортно-технологические комплексы»

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС), доктор технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация,

доцент

Кононов Дмитрий Павлович

190031, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
тел. +7-921-318-75-90
эл. адрес: d_kononov@mail.ru

Подпись руки <i>Кононова Д. П.</i>	
удостоверяю. Начальник Службы управления персоналом университета <i>Г. Е. Егоров</i>	
<i>30.</i>	<i>января 2022 г.</i>