

Утверждаю:

Заместитель генерального
директора – технический директор,
к.т.н. АО НО «ТИВ»


«07» июля 2022 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – Акционерного общества Научная организация «Тверской институт вагоностроения» (АО НО «ТИВ») на диссертацию Шинкарука Андрея Сергеевича «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

- **Актуальность темы исследования:**

Актуальность диссертационного исследования определяется высокими требованиями к безопасности, прочности несущих конструкций и комфортности железнодорожных пассажирских перевозок при организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава в процессе изготовления и проведения планово-предупредительного ремонта.

В соответствии со стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации решение вопросов по повышению безопасности пассажирских перевозок и снижению травмирования пассажиров в аварийных ситуациях является актуальным. При этом одним из методов повышения безопасности является увеличение долговечности его силового каркаса кузова вагона, что и продемонстрировал в своей диссертационной работе Шинкарук Андрей Сергеевич.

Выводы и рекомендации, указанные в диссертации, являются существенными для эксплуатируемого подвижного состава, обладают научной новизной и практической значимостью.

- **Оценка структуры и содержания работы:**

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, раскрыта степень ее разработанности, сформулированы цели и задачи исследования. научная новизна. теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, отражены степень достоверности и апробация результатов, а также указаны объекты исследования, структура и объем работы.

В первой главе диссертации кратко изложены состояние вопроса и постановка задач по исследованию и научным разработкам оценки состояния, коррозионного износа хребтовой балки, совершенствования содержания конструкции, улучшения динамических, прочностных и долговечных характеристик хребтовой балки и рамы вагона. При этом следует отметить, что вопросам исследования оценки повышения продолжительности жизненного цикла пассажирских вагонов на основе увеличения долговечности его основных элементов (в том числе хребтовой балки) в опубликованной к настоящему времени научно-технической литературе уделено мало внимания.

Таким образом, работа по совершенствованию методов увеличения долговечности хребтовой балки пассажирского вагона является актуальной и имеет практическую значимость.

Во второй главе автором дана общая структура изменения парка пассажирских вагонов по моделям и типам конструкции рамы кузова. При анализе нормативно-технической документации по техническому и планово-предупредительному ремонту хребтовой балки установлено, что основные операции по проведению ремонта, критериям браков и технологии ремонта изложены в Инструкции по сварке и наплавке узлов и деталей при ремонте пассажирских вагонов ЦЛ-201 2019 в которой определены параметры исключения из инвентаря вагонов с уменьшением остаточной толщины сечения хребтовой балки не более 18-20%, однако требования по подготовке поверхности экипажной части с последующей их окраской изложены поверхностно.

Кроме того, система периодичности окрашивания пассажирских вагонов отличается от периодичности проведения планового-предупредительного ремонта и существуют многочисленные случаи эксплуатации пассажирских вагонов, требующие перекраски экипажной части вагона как по нормативному сроку, так и по техническому состоянию.

В результате воздействия окружающей среды в элементах металлоконструкций происходит возникновение местной коррозии. Данный вид коррозии является весьма распространённым и наименее изученным, поскольку подавляющее большинство деталей и конструкций эксплуатируются в агрессивных средах.

В результате сбор и анализ информации о техническом состоянии основных несущих конструкций рамы и кузова вагонов, поступающих в ремонт, который осуществлялся в пассажирских вагонных депо и на заводах, где осмотрено более ста вагонов, изготовленных в 1991–2010 годах, показал, что на хребтовых балках всех обследованных вагонов выявлено наличие коррозионного воздействия различной интенсивности: от коррозионных пятен до язв и очагов коррозионного разрушения металлоконструкций.

В третьей главе произведены расчёты кузова опытного пассажирского плацкартного вагона, в конструкцию рамы которого входит хребтовая балка.

Расчёт конструкции плацкартного вагона выполнен методом конечных элементов с использованием проектно-вычислительного комплекса SCAD-office.

Расчёты напряжённо-деформированного состояния проведены с номинально допустимыми толщинами стальных элементов. По результатам проведен анализ напряженно-деформированного состояния (НДС), согласно которому напряжения соответствовали нормативным.

При расчёте НДС пассажирского вагона в конструкцию которого входит хребтовая балка с минимально допустимыми толщинами металла, установлено, что сверхдопустимые напряжения возникли в следующих элементах рамы вагона: в середине хребтовой балки (двутабре), обвязке рамы у шкворневой балки и поперечной балке рамы - швеллере 100х60х2,67.

По результатам проведенного экспериментального исследования структуры металла и основным прочностным показателям элементов хребтовых балок с трёх различных вагонов (1992 и 1980 годов постройки) моделей 61-828 и 61-425 соответственно установлено, что образцы всех хребтовых балок по структуре металла соответствуют стали марки 09Г2Д, а прочностные показатели соответствуют по ударной вязкости, пределу текучести и временному сопротивлению требованиям ГОСТ 14019-2003, ГОСТ 9454-78, 1497-84.

Проведено экспериментальное исследование наличия и распределения остаточных напряжений в участках хребтовой балки с вырезкой трех фрагментов – по одному с котловой и не котловой сторон вагона в районе приварки к шкворневым балкам и один в средней части балки на значительном удалении от привариваемых элементов рамы.

По результатам вытравливания и измерения остаточных напряжений, а также величины деформации в зависимости от глубины травления каждого элемента по методу Н.Н. Давиденкова методикой ЦНИИТМАШа установлено, что наибольшие остаточные напряжения при вытравливании выявлены в

фрагментах хребтовой балки вагона модели 61-425, изготовленного в 1980 году, с котловой и не котловой сторон.

По результатам исследования остаточных напряжений во вновь изготавливаемой хребтовой балке после ее приварки к шкворневой балке, а также влияния дробеструйной обработки установлено, что после данной обработки хребтовой балки наблюдается значительное снижение остаточных напряжений в металле, чем без её проведения.

При металлографическом исследовании фрагментов хребтовых балок, вырезанных из вагонов, выработавших нормативный срок службы, установлено, что максимальные коррозионные повреждения металла наблюдаются у хребтовой балки вагона модели 61-425 В ней выявлены коррозионные язвы до 145 мкм, а у хребтовых балок вагонов моделей 61-828 коррозионные язвы менее интенсивные и достигают глубин от 80 до 105 мкм.

Таким образом, коррозионные воздействия даже на вагоны одного года постройки и идентичного характера эксплуатации неодинаковы.

В четвертой главе представлено исследование улучшения защиты хребтовой балки от действия внешних факторов и стойкости к коррозионным воздействиям, проведен расчёт остаточного срока службы пассажирского вагона модели 61-425, выработавшего предельный срок службы.

Расчёт остаточного срока службы вагона модели 61-425 проводился по варианту установки элементов несущих конструкций кузова при постройке вагона в соответствии с требованиями «Положения о продлении срока службы пассажирских вагонов, курсирующих в международном сообщении».

На основании полученных результатов циклическая долговечность образца вагона модели 61-425, прошедшего капитально-восстановительный ремонт и полностью выработавшего продлённый срок службы (40 лет с момента постройки), составила для базовых элементов конструкции не менее 56 лет по элементу хребтовая балка.

При исследовании улучшения защиты хребтовой балки от действия внешних факторов и стойкости к коррозионным воздействиям проведены исследования и сравнение эксплуатационных свойств резиновой водоразбавляемой краски по металлу СВАН-500М с грунт-эмалью ЯрЛИсоат 7130ЖТ, получившей наибольшее распространение для окраски экипажной части пассажирских вагонов.

В результате исследования установлено, что водоразбавляемая краска по металлу СВАН-500М имеет ряд преимуществ в сравнении с грунт-эмалью ЯрЛИсоат 7130 ЖТ, а именно: стойкость лакокрасочного покрытия к деформациям и вибрации, отсутствие вредных выбросов при производстве работ, органических разбавителей, необходимости использования

грунтовочного слоя, возможность нанесения краски на окисленную поверхность и экономия при окрасочных работах на 15 % ниже, чем при использовании грунт-эмалевой краски.

Для практической реализации и проверки заявленных свойств резиновой водоразбавляемой краски проведено покрытие хребтовой балки пассажирского вагона модели 61-4186 по разработанной технологии, позволяющей обеспечить эксплуатацию вагона в период всего межокрасочного периода (6 лет).

При подготовке к окраске подвагонного оборудования осуществлена очистка участков хребтовой балки вагона модели 61-4186 методами дробеструйной и механической обработок.

В результате дробеструйной обработки удалось без затруднений очистить все участки балки равномерно, включая труднодоступные места и сварные соединения в отличие от механической, где из-за конструктивных особенностей применяемого инструмента произвести очистку труднодоступных мест не удалось. Также при механической очистке происходит утонение сечения металла, что снижает прочностные характеристики хребтовой балки в отличие от метода дробеструйной очистки, при котором утонение металла не происходит. Кроме того, при проведении дробеструйной обработки затрачено в 15 раз меньше времени, чем при механической.

В приложении изложена технология нанесения лакокрасочного покрытия с адаптацией к существующей технологической и нормативной базе в соответствии с требованиями норм безопасности, в том числе промышленной и пожарной, охраны труда, а также с возможностью обеспечить внедрение в технологический процесс с минимальными дополнительными затратами.

Выносимые соискателем на защиту положения, разработанная технология, а также сформулированные в результате исследований выводы и положения являются новыми.

- Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации:

Содержание диссертационной работы соответствует заявленной научной специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация. Содержание диссертации соответствует пункту 4 области исследования специальности (совершенствование подвижного состава) и пункту 6 области исследований (оценка динамических и прочностных качеств подвижного состава). Содержание разделов работы соответствует теме диссертации, а также целям и задачам.

- Соответствие автореферата диссертации её содержанию:

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. В автореферате отражены основные положения диссертации, приведены выводы и результаты исследования.

- Личный вклад соискателя в получении результатов исследования:

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследования, поиске источников информации, выборе объекта и предмета исследования. Теоретические и методические положения, рекомендации и выводы, содержащиеся в диссертации, являются результатом самостоятельного исследования соискателя. Автор принимал участие в написании статей и в докладах на конференциях.

- Степень достоверности результатов исследования:

Достоверность результатов работы подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов расчётов с данными натурных статических, металлографических, лабораторных и экспериментальных испытаний. Формирование расчета напряженно-деформированного состояния основных элементов в программе «SCAD office» использовались по согласованию с правообладателем.

- Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов:

1) На основании экспериментальных исследований установлено, что наиболее подверженными коррозионным воздействиям в хребтовой балке являются места сварных соединений со шкворневыми балками;

2) Рассчитанное напряженно деформированное состояние пассажирского вагона при нормативной толщине сечений металлоконструкций соответствует нормативным параметрам, а напряженно деформированное состояние с заложенными в конструкцию минимально допустимыми сечениями превышает допустимые параметры в элементах хребтовой балки;

3) Разработана технология нанесения лакокрасочного покрытия на хребтовую балку и экипажную часть вагона. Предложено лакокрасочное покрытие с улучшенными защитными от внешнего и коррозионного воздействия свойствами;

4) 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 экипажную конструкцию подвижного состава в целом, а также увеличит выявляемость зарождающихся

дефектов при проведении планового ремонта;

5) Применение технологии дробеструйной обработки с последующей окраской хребтовой балки способствует повышению безопасности пассажирского вагона, прошедшего планово-предупредительный ремонт в части повышения коррозионной стойкости несущих элементов конструкции вагона.

- Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации:

Полученные в диссертации результаты имеют важное практическое значение при решении задач, направленных на повышение безопасности пассажирских вагонов и рекомендуются для использования при ремонте и обслуживании пассажирского подвижного состава.

- Новизна полученных результатов:

1) Установлено, что металл основного объёма хребтовой балки после достижения предельного срока службы (40 лет) отвечает всем техническим требованиям по структуре и прочностным характеристикам.

2) Определена топография локальных участков хребтовой балки, подверженных в процессе эксплуатации усиленной коррозии, вследствие которой происходит утонение сечения основного металла.

3) Установлены причины наибольшей интенсивности коррозии на локальных участках хребтовой балки, которые обусловлены образованием растягивающих напряжений при изготовлении вагона.

4) Разработана технология, устраняющая формирование растягивающих напряжений и увеличивающая коррозионную стойкость хребтовой балки, включая места, подверженные наибольшей интенсивности коррозии.

- Замечания по диссертационной работе:

1) В работе предметом исследования являются хребтовые балки пассажирских вагонов моделей 61-828 и 61-425. Кузова данных вагонов выполнены из углеродистой стали с назначенным сроком службы 28 лет. При этом в п. 1 теоретической и практической значимости работы нормативный срок эксплуатации основного металла хребтовой балки – 40 лет? Почему?

2) Не указаны производители вагонов без хребтовой балки, эксплуатируемых в России.

3) В работе не показано влияние уменьшения площади поперечного сечения за счет коррозии на частоту первого тона изгибных колебаний кузова.

4) Не уточнено на каких моделях вагонов производитель выполняет хребтовые балки из стали СтЗ?

5) В разделе автореферата «Апробация работы» указано, что соискатель участвовал в работе научно-технических конференций в БГТУ (Брянск) и Ярославле. Однако в списках публикаций, помещенных в автореферате, тезисов докладов нет. Почему?

- Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней по пунктам 9, 10 и 14.»

Диссертация Шинкарука Андрея Сергеевича на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему «Повышение продолжительности жизненного цикла пассажирского вагона на основе увеличения долговечности его хребтовой балки» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения повышения безопасности конструкции кузова пассажирского вагона.

Диссертация соответствует требованиям по пунктам 9, 10, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Шинкарук Андрей Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Отзыв и диссертация рассмотрены и одобрены на расширенном заседании отдела «Отдел кузовов и компонентов железнодорожной техники» протокол № 1/22 от 05.07.2022 г.

Гончаров Дмитрий Игоревич – начальник отдела кузовов и компонентов железнодорожной техники, кандидат технических наук по специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Жуков Александр Сергеевич – главный специалист отдела кузовов и компонентов железнодорожной техники, кандидат технических наук по специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

170003, Россия, г. Тверь, Петербургское шоссе, д. 45-Г.

Подписи Гончарова Д. И. и

Жукова А. С. заверяю:

Менеджер по персоналу

Морозова



Морозова О. М.