

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Мажидова Фируза Абдувахобовича на тему «Оценка остаточного срока службы грузового вагона с учётом его технического состояния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

1. Актуальность избранной темы

Создание условий для повышения качества принимаемых управленческих решений по обеспечению погрузочных ресурсов исправным подвижным составом, безопасности движения, а также оптимизация эксплуатационных расходов на основе автоматизации контроля и оценки технического состояния объектов вагонного парка являются актуальными задачами отраслевой науки и производства. Одним из основных механизмов совершенствования работы вагонного хозяйства и железнодорожного транспорта в целом является внедрение современных информационных технологий. Создаваемые системы автоматизированного управления вагонным хозяйством и парком грузовых вагонов ориентированы на совершенствование систем технического обслуживания и ремонта.

Безотказная работа вагонов в период между плановыми ремонтами связана с качеством диагностирования его ответственных частей в процессе планового ремонта. Повреждения и отказы, возникающие в межремонтный период, свидетельствуют о не достаточной обоснованности величины остаточного технического ресурса деталей при выпуске вагонов из ремонта или назначенной продолжительности межремонтных периодов. К первоочередным задачам по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов и обеспечению безопасности движения должны относиться мероприятия, направленные на обоснование межремонтных периодов.

Таким образом, диссертация Мажидова Фируза Абдувахобовича актуальна и решение проблемы обоснования параметров системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, а также остаточного назначенного срока службы с учётом технического состояния его элементов имеет большое значение для вагонного хозяйства и железнодорожного транспорта в целом.

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

Соискатель корректно использует известные научные методы и обосновывает полученные выводы, результаты и рекомендации. Автором изучены и проанализированы мировые тенденции совершенствования и подходы к организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава, включая грузовые вагоны и высокоскоростной подвижной состав, а также рассмотрены автоматизированные системы, математические модели и методы прогнозирования

ния технического состояния и оценки остаточного ресурса конструкций вагонов, используемые в настоящее время. Список используемой литературы включает 95 наименований, включая труды иностранных специалистов.

Автор находит подтверждению факту, что в автоматизированных системах технического обслуживания и ремонта широко используются модели прогнозирования технического состояния узлов, основанные исключительно на многократных измерениях контролепригодных параметров. Однако, относительно отказов, имеющих нулевую контролепригодность при текущем техническом содержании, приведенные методики не применимы. Принимая во внимание стохастический характер величины остаточного ресурса, соискатель предлагает использовать математический аппарат теории надёжности, а также статистическую информацию, собираемую отраслевой информационной системой. Для оценки остаточного ресурса деталей, определяющего их фактическое техническое состояние, проведён эксперимент на основе современных информационных технологий, позволяющих получить отнулевые выборки наработок до опасных отказов.

На основе обоснованной математической модели надёжности рассматриваемых деталей получены безусловные законы распределения, с помощью которых соискатель оценил остаточный ресурс элементов конструкции с учётом требуемого риска крушения. Предложенная автором методика оценки остаточного срока службы грузового вагона, как ремонтируемого изделия, основана на общих принципах и подходах, сформулированных в работах доктора технических наук, профессора П.А. Устича.

Положения теоретической части основаны на известных положениях теории надёжности, математической статистики и математического анализа. В работе соискатель грамотно использует математический аппарат теории вероятностей, теории надёжности и математической статистики при выводе формулы остаточного ресурса детали, обосновании математической модели опасного отказа вагона, получении точечных оценок законов распределения наработки до опасного отказа, проверке качества полученных оценок параметров. Корректно использованы методы математического анализа при решении сформулированной оптимизационной задачи оценки остаточного срока службы грузового вагона и обоснования параметров системы его технического обслуживания и ремонта при безусловном обеспечении безопасности движения и соответствии возможностям ремонтной базы.

Выводы диссертации вытекают из проведенного исследования, обоснованы и содержат в себе решение поставленных задач.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается логикой проведенного исследования, корректным использованием методов теории надёжности, математической статистики, математического анализа, а также

корректным использованием статистических данных отраслевой информационной базы при соответствующих испытаниях на надежность.

В качестве новых научных результатов соискатель выдвинул положения:

- методики оценки остаточного срока службы элементов конструкции грузового вагона, отвечающих за безопасность движения, имеющих нулевую контролепригодность в условиях текущего технического содержания, которая позволяет учесть требуемый уровень риска крушения в период между глубокими диагностиками и ориентирована на использование отраслевой информационной базы;

- оценки остаточного ресурса основных узлов и деталей, влияющих на безопасность движения поездов, на основе проведенного сетевого эксперимента;

- технологии принятия решения о возможности использования детали в составе отремонтированного вагона; оценки остаточного нормативного срока службы грузового вагона при возможных изменениях параметров эксплуатационной среды;

- оценки параметра безопасности вагона, которая позволяет учитывать остаточный ресурс и возраст основных элементов вагонных конструкции и прогнозировать его изменение по мере старения конструкции;

- расчётного обоснования назначенного остаточного срока службы грузового вагона и параметров его системы технического обслуживания и ремонта с учётом фактического технического состояния.

Результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями для транспортной науки и железнодорожного транспорта. Предложенная технология принятия решений о допустимости использования деталей в состав отремонтированного вагона на основе разработанной методики и использующая отраслевую информационную систему является новой. Полученные на основе эксперимента модели опасных отказов, в отличие от получаемых ранее, являются безусловными, что повышает к ним интерес, особенно из-за существующей проблемы частых случаев изломов боковых рам тележек грузовых вагонов. В отличие от разработанных ранее моделей оценки остаточного срока службы вагона, задача сформулирована относительно технико-экономического показателя – нормативного остаточного срока службы

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость полученных результатов заключается:

- в разработке методики оценки остаточного срока службы вагона, проработавшего некоторый период времени, и параметров его системы технического обслуживания и ремонта с учётом возможных изменений параметров эксплуатационной среды при безусловном обеспечении безопасности движения и соответствии возможностям ремонтной базы;

- в разработке методики оценки параметра безопасности вагона, которая позволяет учитывать остаточный ресурс и возраст основных элементов вагонных конструкции и прогнозировать его изменение по мере старения конструкции.

Данная работа является развитием методов оценки остаточного ресурса деталей и методик прогнозирования остаточного срока службы детали на основе статистических данных об отказах. Разработанные методики могут с успехом применяться экспертными, проектными и исследовательскими организациями при разработке мероприятий по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, обосновании её параметров и определении экономического эффекта от её внедрения.

5. Оценка содержания диссертации, её завершённость

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и приложения. Содержание диссертации изложено на 162 страницах, иллюстрировано 23 рисунками. Список литературы содержит 95 источников.

Во введение в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, отмечена степень разработанности проблемы, отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследований, указаны методология и методы исследований, приведены положения диссертации, выносимые на защиту, степень достоверности и апробации результатов.

В первой главе выполнен анализ систем технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов на отечественных железных дорогах и за рубежом, определены мировые тенденции совершенствования стратегий ремонтов на основе информационных технологий и методов оценки в эксплуатации фактического технического состояния деталей. Приведён анализ повреждаемости грузовых вагонов в современных условиях эксплуатации.

Во второй главе приводятся методологические основы решения задачи оценки остаточного ресурса детали, а также определения элементов конструкции грузового вагона, отвечающих за безопасность движения.

Третья глава посвящена обоснованию принятия модели Вейбулла-Гнеденко в качестве модели опасного отказа – появления трещины в основной несущей детали и выводу формулы для оценки остаточного ресурса деталей с обоснованным законом распределения наработки детали до опасного отказа.

В четвертой главе выполняется обработка результатов проведённого сетевого эксперимента на базе отраслевой информационной системы вагонного хозяйства, получены точечные оценки параметров вероятностных моделей опасных отказов, проверено качество полученных оценок по критерию Колмогорова, выполнена оценка остаточного ресурса ответственных деталей. Кроме

того, предложена технология принятия решения о возможности использования детали в составе отремонтированного вагона, а также получена модель для прогнозирования периодичности проведения глубоких диагностик детали при различных уровнях рисков возникновения опасных отказов в межремонтном периоде.

Пятая глава посвящена разработке методики оценки остаточного назначенного срока службы грузового вагона с учётом его технического состояния и обоснования оптимальных параметров системы его технического обслуживания и ремонта с учётом возможных изменений параметров эксплуатационной среды в процессе использования вагона по назначению. Показана проблема жёсткой зависимости себестоимости единицы пробега вагона и расходами жизненного цикла в условиях их объективного изменения. Выбран объект оптимизации, сформулирована оптимизационная задача, выбрана целевая функция и ограничения на её аргумент. Обосновано наличие экстремума целевой функции, а также разработана методика решения сформулированной задачи.

В шестой главе приводится тестовый пример использования разработанной методики и оценён ожидаемый экономический эффект от её использования для рассмотренного примера.

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

Диссертационная работа заслуживает положительной оценки, так как выполнена на актуальную для транспорта и отраслевой науки тему. В работе научные положения обоснованы, изложены ясно и последовательно. Вместе с тем имеются следующие замечания.

1. Замечания по тексту диссертации:

- на стр. 13 автор пишет «Основные фонды ВХ составляют пятую часть основных фондов всего железнодорожного транспорта» ссылаясь при этом на источник [22] - учебное пособие 1988 года издания. Данное утверждение на мой взгляд в текущий момент времени не обоснованно;

- в таблице 4.1 (вводится «модель В-Г», вероятно «модель «Вейбулла-Гнеденко»); в рисунках 4.2, 4.3, 4.4 потерял смысл в подрисовочных надписях;

- на стр. 35 соискатель использует термин «натуральные испытания». Вероятнее всего автор имел в виду «натурные испытания» (ГОСТ 16504);

- на стр. 37 автор вводит аббревиатуру «АСУ железнодорожного транспорта (АСУЖТ)». Далее по тексту используется АСУЖД;

- не совсем удачная структура (по нашему мнению) главы 1. Так, в наименовании главы следует «Состояние вопроса. Цели и задачи исследования». Выделяя 45 страниц этой главе, автор не нашел места для формулировки целей и задач исследования по результатам анализа состояния вопроса. При этом по тексту главы автор затрагивает многие положения, относящиеся к целям и за-

дачам исследования, которые подробно изложены ранее во введении (общей характеристике работы);

- стр. 72. По тексту следует «... в соответствии с одним из планов испытаний на надежность [20], ...». Ссылка на ГОСТ 27.002 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения». На стр. 73 повторение текста на стр. 72. Однако, на стр. 73 делается ссылка уже на источник [37];

- на стр. 108 при описании аналога системы ремонта грузового вагона автор ссылается на труды МИИТа, не указывая конкретных работ. Автору следовало указать источник заимствования, содержащий описание аналога системы в которую вносятся уточнения.

2. Требуется пояснить, что автор понимает под «обезличенной формой эксплуатации грузовых вагонов (стр. 7).

3. Требуется пояснения данные таблицы 4.6. Так, для колеса указана средняя наработка до отказа 4224,47 мес. (352 года).

4. По тексту диссертации автор неоднократно подменяет понятие «Остаточный срок службы» понятием «Остаточный ресурс» (см. ГОСТ Р 27.002). Так, например, на стр. 88 следует «... были получены значения остаточного ресурса для наиболее ответственных деталей (Таблица 4.6)». В заголовке таблицы 4.6 следует «Остаточный срок службы».

5. С некоторыми положениями диссертации нельзя однозначно согласиться. Например, на стр. 89, следует «... требуется обосновать периодичность проведения глубоких диагностик, ... для оценки необходимо учитывать усталостные трещины основных несущих узлов ...». Однако стоит заметить, что учет только усталостных повреждений даст приближенную оценку. В качестве пожелания автору - продолжить работу в этом направлении с учетом возникновения всех рисков, включая износные отказы, характерные для надрессорных балок и боковых рам.

6. Применение вероятностных моделей предъявляет большие требования к качеству первичной статистической информации. Известны случаи, когда на линейном уровне данные о состоянии вагонов искажались (например: Чиганашкина И. В. Проблема сохранности грузовых вагонов и организации внепланового ремонта на сети РЖД. URL: http://www.railsovet.ru/news/industry_news/?ELEMENT_ID=3705. Дата обращения 29.06.2016). К сожалению, оценка достоверности и полноты статистической информации в работе не проводилась.

7. Приведенный в диссертации вариант календарной наработки можно рассматривать как один из возможных. Однако, более целесообразно (в условиях неэффективного использования вагонного парка и больших непроизводительных простоев) было бы получить вероятностные модели относительно фактически выполненного объема работ (километровой наработки).

8. Для лучшего восприятия целесообразно было привести графическую интерпретацию межремонтных интервалов (в диссертации межремонтные пробеги) (глава 6).

Отмеченные недостатки не снижают практической и научной ценности представленной соискателем работы и не влияют на полученные теоретические и практические результаты выполненного диссертационного исследования.

В качестве пожелания для дальнейших исследований: тестовый пример применения методики оценки остаточного срока службы дополнить для реальных условий эксплуатации конкретных типов вагонов. Так, для Свердловской ж.д. наибольший интерес представляют вагоны-цистерны, хопперы для перевозки минеральных удобрений.

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат соответствует основному содержанию рассматриваемой диссертационной работы и отражает цели, задачи исследования, положения, выносимые на защиту, основные положения, используемые при формировании расчётных зависимостей, результаты исследований, ссылки на работы соискателя, опубликованные в открытой печати и журналах из перечня ВАК, апробацию на конференциях, включая международного уровня.

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

Диссертация и автореферат соответствует 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 о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении учёных степеней» по пунктам 10, 11 и 14.

Диссертация Мажидова Фируза Абдувахобовича соответствует требованиям п. 10 «Положения о присуждении учёных степеней»: написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и которые свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в решение проблемы обоснования параметров системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, а также остаточного назначенного срока службы с учётом технического состояния его элементов.

Основные научные результаты диссертации опубликованы автором в двух статьях рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, что соответствует п. 11 «Положения о присуждении учёных степеней», а также в 7 публикациях других различных изданиях.

В диссертации соискатель ученой степени корректно ссылается на источники заимствования материалов и авторов используемых методик и результатов, отмечает случаи использования результатов научных работ, полученных им лично, а также в соавторстве, что соответствует п. 14. «Положения о присуждении учёных степеней».

В целом диссертация Мажидова Фируза Абдувахобовича на тему «Оценка остаточного срока службы грузового вагона с учётом его технического состояния», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой имеется научная новизна, теоретическая и практическая значимость, её автор владеет современными методами исследования.

Это позволяет считать, что диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, а её автор Мажидов Фируз Абдувахобович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

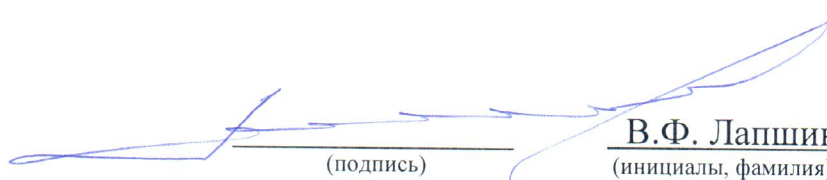
Официальный оппонент

Лапшин Василий Фёдорович, гражданин РФ,
доктор технических наук, профессор
профессор кафедры «Вагоны» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
"Уральский государственный университет путей сообщения" (УрГУПС),
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация,

Почтовый адрес: 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66

Телефон: (343)221-24-28, 912-278-30-75,

Адрес электронной почты: VLapshin@usurt.ru,


В.Ф. Лапшин
(инициалы, фамилия)

(подпись)

Дата 14.02.2016 печать организации

 В.Ф.

 А.Н. Тухова

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Мажидова Фируза Абдувахобовича

на тему: «Оценка остаточного срока службы грузового вагона с учетом его технического состояния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

Актуальность избранной темы диссертации

В последнее время производители железнодорожной техники проявляют активность в разработке и продвижении новой (инновационной) вагонной продукции, и в частности грузовых вагонов, обладающих перспективными техническими характеристиками и параметрами системы технического обслуживания и ремонта (СТОиР) по сравнению с вагонами эксплуатационного парка. Несмотря на активность производителей в данном направлении темпы внедрения на сети железных дорог «Пространства колеи 1520» новых моделей вагонов не способны обеспечить полное обновление существующего вагонного парка даже в среднесрочной перспективе. По данным 62-го заседания Комиссии вагонного хозяйства Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества по состоянию на 1 августа 2016г. общий эксплуатационный парк грузовых вагонов составляет приблизительно 1,5 млн. единиц. В виду постепенных изменений условий содержания, экстенсивности и интенсивности использования вагонов эксплуатационного парка на протяжении всего их срока службы, целесообразным является осуществление периодического пересмотра параметров действующей СТОиР для отдельных типов данных вагонов с целью обеспечения заданного уровня безопасности движения и сокращения затрат на техническое обслуживание и ремонт в изменившихся условиях. Предложенный автором метод оценки остаточного срока службы грузовых вагонов направлен на рациональный пересмотр параметров СТОиР вагонов эксплуатационного парка, для которых еще не истек назначенный срок службы, а в информационных системах вагонного хозяйства накоплен достаточный массив данных об их отказах. Поэтому тема представленной диссертационной работы, несомненно, является актуальной.

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

Теоретические и практические положения, основные выводы и рекомендации диссертационной работы обоснованы, что подтверждается корректным применением методов теории надежности, вероятностей,

математической статистики, решения экстремальных задач и планирования экспериментов (испытаний на надежность).

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов исследований подтверждается корректным применением вышеперечисленных научных методов при проведении расчетов с использованием:

- реальной информации об отказах вагонов, хранящейся в автоматизированных системах ГВЦ ОАО «РЖД»;
- актуальных стоимостных характеристик новых вагонов, текущих и плановых ремонтов, утилизации вагонов;
- реальных мощностей ремонтной базы вагоноремонтных предприятий Российской Федерации.

Диссертационная работа обладает новизной, т.к. посвящена разработке нового метода оценки остаточного срока службы вагонов с учетом предыстории их эксплуатации в течение определенного времени на базе существующей триединой оптимизационной задачи, предусматривающей:

1. Оценку экономически целесообразных параметров СТОиР по критерию «минимум себестоимости единицы наработки (СЕН) вагона».
2. Определение оптимальной с точки зрения безопасности движения периодичности плановых ремонтов вагонов, в ходе которых осуществляется глубокая диагностика деталей их несущей конструкции, отказы которых могут привести к крушению поезда.
3. Проверка соответствия выбранной структуры СТОиР по критерию готовности вагоноремонтной базы сети железных дорог обеспечить годовую потребность в ремонте вагонов, эксплуатируемых по данной СТОиР.

При этом предложенный в диссертации метод оценки остаточного срока службы вагонов включает новый подход к оценке параметра безопасности вагона, определяющего требуемую периодичность глубокой диагностики его ответственных составных частей, характеризующихся «трещиноподобными» отказами. Данный подход основан на вероятностной модели возникновения внезапного опасного отказа детали, включающей двухпараметрическое распределение Вейбулла, определение неизвестных параметров которого осуществляется на основе реальных данных автоматизированных систем вагонного хозяйства.

Кроме того, новизна диссертационной работы определена тем, что метод оптимизации остаточного срока службы вагона разработан на основе адаптации общего критерия определения экономически целесообразных параметров СТОиР с учетом того, что данные вагоны не являются новыми и эксплуатируются на сети железных дорог в течение определенного времени с иными параметрами СТОиР.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость результатов проведенных исследований достигается за счет системного подхода к решению задачи по оценке остаточного срока службы вагонов, который предусматривает комплексное рассмотрение и учет в рамках данной задачи вопросов безопасности и экономической эффективности эксплуатации грузовых вагонов, а также готовности вагоноремонтной базы сети железных дорог. Системное решение поставленной в диссертации научной задачи позволяет преломить полученные теоретические результаты применительно к другим видам техники, особенно к технике схожей по общему техническому устройству с грузовыми вагонами, например, к пассажирским вагонам и локомотивам.

Приведенные в диссертации примеры расчетов периодичности проведения глубоких диагностик вагона с учётом фактического состояния его элементов, а также остаточного срока службы вагонов с выбором оптимальной стратегии СТОиР, свидетельствуют о состоятельности и практической значимости результатов диссертационной работы и, как следствие, возможности применения полученных результатов для грузовых вагонов эксплуатационного парка.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация соискателя Мажидова Ф.А. состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 95 наименований и одного приложения. Объем представленной работы составляет 162 страницы, включая 112 страниц основного текста, 23 рисунка, 33 таблицы, приложение на 2 страницах.

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы основные цели и задачи исследования.

В первой главе «1 Состояние вопроса. Цели и задачи исследования» автор приводит описание инфраструктуры и функций вагонного хозяйства, а также проводит анализ СТОиР грузовых вагонов с учетом как российского, так и зарубежного опыта. Также в главе автор приводит общий обзор поэтапного развития информационных систем вагонного хозяйства и проводит анализ возможных вариантов сбора первичной информации об изменении технического состояния вагонов при их использовании по прямому назначению. Также автор проводит анализ причин поступления грузовых вагонов в текущий ремонт по данным за 2014г., уделяя особое внимание анализу неисправностей боковых рам тележек вагонов, отказы которых в последнее время стали одной из основных причиной сходов грузовых вагонов. Первую главу автор завершает обзором исследований,

посвященных оценке остаточного срока службы изделий в машиностроении и на железнодорожном транспорте. В результате проведенного достаточно подробного обзора литературы по данной тематике, автор делает вывод о том, что большинство подобных работ не используется на практике и при этом, в большинстве случаев, неизвестной остается точность оценки остаточного ресурса изделий. Необходимо отметить, что в рассматриваемой диссертационной работе соискатель Мажидов Ф.А. при определении периодичности глубокой диагностики боковых рам тележек вагонов применяет критерий оценки точности полученных результатов (критерий А.Н. Колмогорова), которая составляет не менее 95%.

Вторая глава диссертации «2 Методика прогнозирования остаточного срока службы детали на основе статистических данных об их отказах» посвящена установлению общей методологической основы для решения задачи оценки остаточного ресурса детали. В данной главе на основе положений теории вероятности в общем виде автором выводится формула вероятности безотказной работы детали в пределах остаточного срока службы при условии, что до момента отсчета остаточного срока службы данная деталь не отказала. Также в главе приведена структурная модель возникновения схода вагона с рельсов, основанная на применении метода «анализ дерева отказов (fault tree analysis, FTA)». На основе данной модели автором выбраны ответственные элементы конструкции вагона, разрушение которых может привести к сходу вагона с рельсов.

Третья глава «3 Оценка остаточного ресурса деталей вагонов на основе статистических данных» содержит обоснование вида функции распределения наработки до появления опасного отказа, в результате которого автором приводится вывод о применимости закона распределения Вейбулла – Гнеденко. Также в главе приведен способ получения точечных оценок неизвестных параметров $\hat{a}$ и $\hat{b}$ данного закона распределения с помощью существующего метода максимального правдоподобия.

В четвертой главе «4 Методика формирования первичной статистической информации об опасных отказах деталей» автором определен план испытаний на надежность ответственных деталей вагона [NUT] и значения параметров данного плана $N=3963$ вагона, $T=22$ месяца. Кроме того, автором приводится табличная форма для подготовки исходных данных о наработке деталей в ходе испытаний на надежность на основе информации автоматизированных систем ГВЦ ОАО «РЖД», необходимых для определения точечных оценок параметров закона распределения Вейбулла. В результате автором определены неизвестные параметры функции распределения наработки до отказа ответственных деталей вагона, оценена точность аппроксимации эмпирически полученного методом Фишбейна

распределения наработки до отказа теоретической функцией с рассчитанными параметрами $\hat{a}$ и $\hat{b}$ на примере боковой рамы тележки, приведены графические иллюстрации данных распределений. Также в главе проведен расчет остаточного срока службы ответственных деталей с учетом полученных значений параметров $\hat{a}$ и $\hat{b}$ и приведенной во второй главе формулы вероятности безотказной работы детали в пределах остаточного срока службы. На примере боковой рамы тележки вагона в данной главе представлены графические зависимости, в том числе:

- остаточного срока службы детали в зависимости от последовательных этапов ее диагностики по мере наработки данной детали при различном уровне риска (вероятности отказа детали на рассматриваемом интервале наработки), изменяемого в диапазоне $0,005 \div 0,11$;

- трехмерная модель поддержки принятия решения об остаточном сроке службы на примере боковой рамы 2006г. изготовления, учитывающая: величину остаточного срока службы детали, последовательные этапы ее диагностики по мере наработки и уровни рисков возникновения отказа детали в периодах между диагностиками.

Пятую главу диссертации «5 Методика оценки остаточного срока службы грузового вагона» автор начинает с описания существующих методов оценки остаточного срока службы вагонов, указывает их отличительные особенности и недостатки, подводя к критическим позициям. Отмечает основной вывод, что существующие методики не учитывают вероятностный характер наработки вагонов до предельного состояния, в данных методиках не приводится обоснование периодичности проведения плановых ремонтов с учетом технического состояния вагонов, не приводится оценка экономической эффективности использования вагонов в течение остаточного срока службы. Кроме того, в данной главе автором предложен метод пересчета с учетом новых условий параметров СТОиР и нормативного срока службы грузовых вагонов, отработавших некоторый период времени в рамках ранее уставленных параметров СТОиР. При этом определение оптимального остаточного срока службы вагонов осуществляется с учетом:

- критерия экономической целесообразности («минимум СЕН») на интервале остаточного срока службы;

- методики оценки параметра безопасности грузового вагона;

- методики расчета потребности в плановых ремонтах.

Необходимо отметить, что в пятой главе в виде математических зависимостей и графических иллюстраций достаточно подробно приводится формирование и описание удельных затрат, входящих в целевую функцию поиска минимума СЕН, в том числе: амортизационные отчисления, затраты на текущие, деповские и капитальные ремонты. Кроме того, приводится

обоснование существования глобального минимума упомянутой целевой функции.

В шестой главе приведен тестовый пример применения оценки остаточного срока службы вагонов. Из всех рассмотренных структур СТОиР оптимальной выбрана структура, которая включает наименьшее суммарное число деповских ремонтов. Необходимо отметить, что тестовый пример включает значения межремонтных периодов несколько меньшие, чем те которые сегодня действуют на практике в соответствии с «Положением о СТОиР грузовых вагонов».

Содержание данных глав диссертационной работы Мажидова Ф.А. подтверждает научно обоснованный подход автора к решению поставленных задач в ходе диссертационного исследования. Работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения. Содержание данной работы приведено в логически последовательной форме. Стил изложения в целом четкий и ясный. Диссертационная работа является полностью завершенной и выполнена на достаточном научном уровне с применением современных информационно-вычислительных технологий.

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

Следует особо подчеркнуть следующие достоинства диссертационной работы:

1. В работе автором научно обоснован выбор закона распределения наработки до возникновения внезапного отказа детали вагона. В результате установлена применимость закона распределения Вейбулла – Гнеденко.

2. С помощью критерия А.Н. Колмогорова оценена точность (95%) применения закона распределения Вейбулла – Гнеденко с оцененными параметрами $\hat{a}$ и $\hat{b}$ для практических расчетов остаточного ресурса боковой рамы тележки грузового вагона.

3. Приведен пример расчета периодичности глубокой диагностики на примере боковой рамы на основе обоснованной модели возникновения внезапного отказа с использованием реальных данных автоматизированных систем вагонного хозяйства. При этом данная модель учитывает процесс деградации материала конструкции детали и предусматривает сокращение интервалов между диагностиками по мере увеличения срока службы детали.

4. В работе приведен системный подход к оценке остаточного срока службы вагона в актуальных (изменившихся) условиях с учетом предыстории его эксплуатации в течение некоторого фактического срока службы. Таким образом, по мере необходимости и изменения условий

эксплуатации вагонов существует возможность пересмотра и корректировки их СТОиР с целью приведения ее структуры к оптимальным параметрам.

5. В работе содержится трёхмерная модель для поддержки принятия решения об остаточном сроке службы на примере боковой рамы тележки 2006 года выпуска для системы управления риском её отказа.

Необходимо также отметить и следующие замечания по работе:

1. В работе отсутствует разграничение следующих понятий:

- оценка остаточного срока службы в пределах назначенного срока службы, установленного конструкторской документацией производителя;
- оценка остаточного срока службы вагона за пределами его назначенной величины (продление срока службы).

Для практических целей данное разграничение имеет особую актуальность в текущих условиях запрета продления назначенного срока службы грузовых вагонов.

2. В работе не приведено обоснование практически целесообразного значения риска возникновения внезапного отказа составных частей вагона, при котором периодичность диагностики будет оптимальной как с точки зрения безопасности, так и экономических затрат на ее проведение. Так из примера расчета периодичности глубокой диагностики вагона наблюдается несколько абсурдная ситуация, когда вагон с общим сроком службы в среднем 20-30 лет, начиная с восьмого года эксплуатации, необходимо диагностировать с периодичностью раз в 2 месяца и даже чаще (рис. 5.7).

3. При оценке периодичности диагностики деталей следует применять более подходящий по смыслу термин взамен понятия «остаточный ресурс», т.к. это понятие подразумевает переход детали по истечению данного ресурса в предельное состояние (ГОСТ 27.002-89), при котором дальнейшая эксплуатация детали нецелесообразна или недопустима по объективным причинам. Автор же предлагает, по истечению остаточного ресурса детали проводить ее очередную диагностику и перерасчет данного ресурса.

4. Приведенная целевая функция определения минимума СЕН учитывает только единичный критерий вывода вагонов в деповской ремонт (ДР) – либо по пробегу, либо по календарной продолжительности эксплуатации в межремонтном периоде. В настоящее время для грузовых вагонов широко применяется комбинированный критерий, максимально учитывающий произведенную работу вагонов в межремонтном периоде. При комбинированном критерии вагонам одновременно устанавливается межремонтный норматив по пробегу и норматив по календарному сроку. Приведенная в диссертации целевая функция не приспособлена для комбинированного критерия, при котором величина межремонтного периода не постоянна и зависит от интенсивности использования вагонов по пробегу в единицу времени. Таким образом, более интенсивно используемые вагоны

будут выходить в ДР ранее отведенного календарного срока, нарушая тем самым установленную целевой функцией оптимальную периодичность ремонта.

5. Приведенный в работе тестовый пример расчета мог быть более практичным, если бы автор использовал реальные данные о результатах эксплуатации конкретного типа вагонов в рамках существующей СТОиР в течение заданного времени, а затем осуществил пересчет и оптимизацию их остаточного срока службы на основе предложенного метода.

6. К некритическим недостаткам можно отнести тот факт, что в данной работе отсутствуют сведения о практическом применении ее результатов, например, актов внедрения, свидетельств использования в учебном процессе.

Изложенные выше замечания не снижают ценность основных выводов и результатов диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и полностью отражает ее основные положения.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура диссертации и ее оформление, а также структура автореферата и его оформление в основном соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по п. 10, 11 и 14

Диссертация Мажидова Ф.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

- по пункту 10 – работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

- по пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в виде двух статей в 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.

Общее заключение

Диссертация Мажидова Ф. А. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, связанной с оценкой остаточного срока службы грузовых вагонов эксплуатационного парка. Решение этой задачи имеет существенное значение для развития области знаний специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» по пункту 2 паспорта специальностей научных работников: «Системы технического обслуживания, эксплуатации и технологии ремонта устройств электроснабжения и подвижного состава, развитие парков локомотивов и вагонов», что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

В связи с вышеизложенным, автор диссертационной работы Мажидов Фируз Абдувахобович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
Петров Сергей Владимирович, кандидат технических наук,
05.22.07- Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.
Старший научный сотрудник отделения «Вагоны и вагонное хозяйство»,
Акционерное общество «Научно-исследовательский институт
железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

« 16 » декабря 2016 г.

Адрес: 3-я Мытищинская ул., д.10, г. Москва, 129626.
e-mail: Petrov.S.V@vniizht.ru, тел. 8(499)260-44-79.


С.В. Петров

Подпись Петрова С.В.
заверяю: С.В. Петров