

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Буйносова Александра Петровича на диссертационную работу Гасюка Александра Сергеевича «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки)

### **1. Оценка содержания диссертационной работы**

Диссертационная работа Гасюка Александра Сергеевича выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ МИИТ) на кафедре «Тяговый подвижной состав» и посвящена весьма актуальной проблеме – обеспечение безопасной эксплуатации локомотивов на основе расчетно-экспериментальной оценки и прогнозирования ресурса их базовых частей.

Содержание диссертации включает в себя все необходимые разделы для получения конечных результатов проведенных исследований и является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчетных и экспериментальных методов с конкретными предложениями по применению ее результатов в дальнейшей научной деятельности в области железнодорожного транспорта.

Диссертация включает в себя введение, пять разделов, заключения с изложением основных результатов и выводов, двух приложений, библиографический список из 149 наименований. Основное содержание диссертации изложено на 143 страницах машинописного текста, в том числе 49 рисунков и 29 таблиц. Общий объем диссертации составляет 162 страницы машинописного текста.

Во введении обоснованы актуальность и дан анализ научной разработанности темы исследования, приведены методология и методы исследований, определены его цель и задачи, сформулирована научная новизна диссертационной работы, ее теоретическая и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности и об апробации результатов исследования, а также личный вклад соискателя.

В первом разделе автором изложены основные требования и принципы безопасности эксплуатации подвижного состава, критерии и показатели технического состояния локомотивов, методы обеспечения и повышения безопасности эксплуатации железнодорожной техники. Представлены основные задачи определения ресурса, а также приведен анализ повреждаемости элементов конструкций локомотивов. Отмечены ведущие научные школы исследования динамики и прочности подвижного состава, сформировавшиеся в учебных и научных подразделениях бывшего СССР и в России. Приводится обобщенная структура (алгоритм) работ по оценке и управлению ресурсом, определены основные задачи определения ресурса. Автором указывается, что для обеспечения ресурса в зоне приемлемых рисков задачи прочности, безопасности и долговечности следует решать на всех стадиях жизненного цикла. Приведен анализ повреждаемости элементов конструкций локомотивов. С учетом анализа данных о повреждаемости в эксплуатации элементов конструкций локомотивов обоснована необходимость расчетно-экспериментальной оценки и прогнозирования ресурса деталей с учетом временных, климатических факторов и других условий эксплуатации (интенсивности, случайности нагрузок) и формирования вероятностных моделей исчерпания ресурса высоконагруженных деталей локомотивов.

Во втором разделе автором приведены результаты выполненного анализа исследований характеристик много- и малоциклового усталости образцов и типовых узлов конструкций локомотивов и результаты компьютерного моделирования нагруженности несущих конструкций тепловоза. Для компьютерного моделирования нагруженности несущих конструкций в программном комплексе MSC.Marc автором выбран экипаж тепловоза 2ТЭ25К, который представляет собой две трехосные тележки, аналогичные по конструкции тележкам тепловоза 2ТЭ116. Показана удовлетворительная сходимость суммарных гистограмм распределения амплитуд напряжений в раме тележки, полученных при моделировании и в ходе натурных испытаний тепловоза. Выполненный автором анализ частотных спектров различных форм колебаний секции тепловоза на рессорном подвешивании также показал достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных частот основных видов колебаний тепловоза

Сравнение осциллограмм напряжений, их спектральных плотностей и суммарных гистограмм напряжений, полученных по результатам расчета движения экипажа тепловоза 2ТЭ25К с использованием конечно-элементных программных комплексов MSC.Marc и MSC.Adams/Rail и по экспериментальным данным, показало их близкое совпадение, что подтверждает возможность исследования динамико-прочностных процессов в конструкции экипажа тепловоза на виртуальных моделях.

В третьем разделе сформированы типовые спектры нагружения базовых частей локомотивов. Обоснована необходимость формирования суммарного режима нагружения, наиболее полно характеризующего эксплуатационные уровни напряжений в элементах конструкций локомотивов. По результатам комплекса ходовых динамико-прочностных и стендовых испытаний экипажной части тепловозов в полигонных условиях и на специальных стендах с использованием результатов, полученных при движении тепловозов по магистральным путям большой протяженности, расположенным в различных климатических поясах страны, построены и аппроксимированы статистические распределения динамико-прочностных параметров. Для расчета ресурса сформированы типовые блоки эксплуатационных напряжений в несущих конструкциях маневрового (ТЭМ2) и магистрального (2ТЭ25К) тепловозов.

В четвертом разделе автором предложены методики расчета долговечности и ресурса несущих конструкций локомотива: по допускаемой вероятности разрушения; на основе аналитического решения уравнения кривой усталости. С целью выбора направления и разработки методики расчета ресурса несущих конструкций локомотива выполнен комплекс работ по исследованию эксплуатационной нагруженности экипажной части локомотивов, проведены стендовые испытания их натуральных узлов, в том числе при программном нагружении, с целью определения и уточнения характеристик сопротивления усталости. Накопленные в результате этих работ материалы подтверждают применимость, наряду с методами в детерминированной постановке, вероятностных и статистических методов оценки усталостной прочности, которые более полно учитывают случайный характер нагрузок, возникающих при движении локомотива по рельсовому пути, эксплуатационные режимы его работы, статистическую природу пределов выносливости конструкций, законы накопления усталостных повреждений, ограниченный срок службы деталей и другие факторы.

Автором предложены методики расчета ресурса, основанные на скорректированной линейной гипотезе накопления повреждений в материале: по допускаемой вероятности разрушения с использованием вторичной кривой усталости с горизонтальной или наклонной правой ветвью, учитывающей рассеяние параметров нагруженности и характеристик сопротивления усталости материала; на основе аналитического решения уравнения кривой усталости, представленной двумя наклонными ветвями, характеризующими накопление повреждений до  $10^7$  и  $10^9$  областях нагружения деталей. Предложено определение и учет в расчетах ресурса количества циклов повреждающих эксплуатационных напряжений по их доле в фактических реализациях процессов.

В пятом разделе автором рассматриваются вопросы применения на практике методик расчета долговечности и ресурса, приведенных в третьем разделе, на примере экипажной части локомотива. С использованием результатов экспериментальных исследований автором выполнены расчеты остаточного ресурса бесчелюстной рамы тележки локомотива по допускаемой вероятности разрушения и на основе аналитического решения уравнения кривой усталости, а также проведена оценка ресурса главной рамы локомотива по деформационным критериям малоциклового усталости и квазистатического разрушения. Определено, что ресурс рамы тележки тепловоза М62 составляет 47–51 год, ресурс главной рамы – 55 лет с момента постройки.

Оценка ресурса, выполненная по представленным в разделах 4 и 5 методикам, хорошо согласуется с эксплуатационными данными по наработкам основных типов эксплуатирующихся в настоящее время тепловозов (серий 2М62, 2ТЭ116, 2ТЭ10М и др.) в течение 40 и более лет без повреждений. Следовательно, указанные методики могут применяться для решения задач оценки ресурса и прогнозирования с высокой надежностью технического состояния несущих конструкций экипажной части локомотивов при установлении назначенных сроков службы на этапе проектирования и в процессе эксплуатации.

В заключении диссертации содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования.

В двух приложениях приводятся методики: стендовых испытаний на усталость рамы тележки, ходовых динамико-прочностных и на соударение испытаний локомотива и способы обработки результатов испытаний; статистической обработки схематизированных случайных процессов.

## 2. Актуальность диссертационной работы

Актуальность темы, выбранной диссертантом не вызывает сомнений. Спроектированные, построенные и принятые в эксплуатацию объекты испытывают различные внешние (природные и физические) и внутренние (функциональные или технологические) воздействия. Под действием циклических нагрузок прочностные свойства металла деталей и конструкций экипажной части тягового подвижного состава (рам тележек, главных рам и кузовов, шкворней, деталей колесных пар и др.) деградируют, снижается их сопротивление усталости, повышаются предел текучести, хрупкость материала, что может привести к их разрушению. При этом важно подчеркнуть, что указанные изменения часто происходят в тот отрезок времени, когда назначенный срок службы поврежденных или разрушенных объектов не был исчерпан. Это указывает на то, что при традиционном назначении сроков службы по экономическим (по объему амортизационных отчислений) критериям не учитывались отмеченные факторы производства и эксплуатации. В связи с увеличением интенсивности эксплуатации и весовых норм поездов, а также сложившаяся ситуация со старением парка тягового подвижного состава, требования безопасности делают актуальным научно обоснованное установление назначенного срока службы локомотивов, а также стала очевидной необходимость назначения сроков службы на основе расчетного и экспериментально подтвержденного ресурса безопасной эксплуатации объекта. Детерминированная оценка долговечности конструкций железнодорожного подвижного состава по коэффициентам запаса сопротивления усталости, установленная нормативными требованиями, не в полной мере учитывает случайный характер нагрузок, под действием которых происходит накопление усталостных повреждений, интенсивность эксплуатации (наработку), не позволяет оценить ресурс и его исчерпание за срок службы. В то же время с развитием тяжеловесного и высокоскоростного движения, а также в связи с введением в действие технических регламентов задачи оценки и обоснования назначенных сроков службы и ресурса объектов железнодорожного транспорта становятся все более актуальными.

### **3. Соответствие диссертации паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация**

В результате выполненных исследований разработаны научно-обоснованные методы, способы, технические разработки и рекомендации, обеспечивающие безопасность эксплуатации локомотивов на основе расчетно-экспериментальной оценки и прогнозирования ресурса их базовых частей. Таким образом, диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки) по пунктам:

– п. 2 «Системы и технологии эксплуатации, технического обслуживания, ремонта подвижного состава и устройств электроснабжения. Оборудование для экипировки подвижного состава, ремонта и обслуживания устройств тягового электроснабжения. Управление жизненным циклом локомотивов, вагонов и технических средств систем электроснабжения. Развитие парков локомотивов и вагонов, рельсового городского транспорта и метрополитена»;

– п. 6 «Улучшение динамических и прочностных качеств подвижного состава. Взаимодействие подвижного состава и пути. Снижение износа элементов пути и ходовых частей подвижного состава. Повышение безопасности движения, обеспечение работоспособности ходовых частей подвижного состава»;

– п. 15 «Разработка методов компьютерного моделирования и автоматизации конструирования и проектирования подвижного состава и устройств электроснабжения. Испытания подвижного состава».

### **4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на численных методах моделирования нагруженности несущих конструкций тепловоза, а также анализа результатов отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ по данной тематике и натурных наблюдений.

Обоснованность научных положений и выводов, приведенных в диссертационной работе А.С. Гасюка, подтверждена удовлетворительной сходимостью расчетных, экспериментальных и эксплуатационных данных, полученных по результатам исследований эксплуатационной нагруженности экипажной части магистральных и маневровых тепловозов (серий 2ТЭ116, 2ТЭ25К, ТЭМ2).

## **5. Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность научных положений и выводов обеспечивается корректным использованием численных, аналитических методов и расчетов, выполненных с использованием апробированных методик, аттестованного оборудования и поверенных средств измерений, подтверждена совпадением результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также многолетним опытом эксплуатации локомотивов.

Примененные в работе математические модели верифицировались на основе сопоставления с результатами натурных экспериментов, а достоверность результатов теоретических исследований обеспечивалась использованием апробированных актуализированных методик.

Научная новизна диссертации А.С. Гасюка заключается в следующем:

- разработана методика оценки ресурса и его исчерпания на этапах жизненного цикла локомотива по вероятностным параметрам его прочности и нагруженности;
- установлена зависимость нормируемых показателей прочности от интенсивности эксплуатации локомотива;
- разработаны типовые спектры эксплуатационной нагруженности несущих конструкций локомотивов..

## **6. Теоретическая и практическая значимость исследования и полученных результатов**

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке автором видов, объемов и способов проведения экспериментальных исследований для определения характеристик нагруженности и усталости базовых конструкций локомотивов с целью оценки их ресурса с учетом характера накопления повреждений, деградации свойств материала.

С целью уточнения коэффициента запаса сопротивления усталости: разработана методика определения эквивалентных напряжений в элементах конструкций на основе модификации стандартизованных моделей накопления повреждений, адекватно отражающая их фактическую нагруженность в эксплуатации; на основе вероятностного анализа динамико-прочностных процессов в элементах конструкций предложен способ определения количества повреждающих амплитуд напряжений в опытных реализациях по результатам натурных испытаний объектов.

Для расчета ресурса по накопленным экспериментальным и эксплуатационным данным с использованием современных средств сбора, обработки и хранения информации сформированы типовые спектры эксплуатационного нагружения базовых частей основных серий локомотивов.

На основе анализа статистических характеристик эксплуатационной нагруженности несущих конструкций локомотива показано существенное влияние на запас сопротивления усталости и его исчерпание интенсивности эксплуатации, амплитуд циклических (динамических) напряжений и частоты их изменения.

В частности определено: при увеличении среднесуточного пробега локомотива в 2 раза (с 400 до 800 км/сут.) соответственно сокращается допускаемая наработка (срок безопасной эксплуатации) со снижением коэффициента запаса сопротивления усталости базовой конструкции почти на 20 % (с 2,0 до 1,67).

Автором рекомендуется использовать выполненные разработки для решения задач увеличения ресурса и межремонтных сроков эксплуатации железнодорожной техники с перспективой дальнейших исследований свойств и деградационных процессов в материалах для объектов, эксплуатируемых в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Использование результатов выполненных исследований позволяет снизить повреждаемость и расходы на ремонт тягового подвижного состава, повысить безопасность эксплуатации локомотивов на всех стадиях жизненного цикла, обеспечивает снижение до приемлемого значения риска их эксплуатации.



## **7. Апробация работы и публикации**

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

- международной конференции «Живучесть и конструкционное материаловедение» (г. Москва, ИМАШ РАН, 2016);
- XIV международной научно-технической конференции «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты» (г. Санкт-Петербург, ПГУПС, 2019);
- международном конкурсе научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа (г. Санкт-Петербург, Министерство энергетики России, 2019);
- международной научной конференции «Научные основы и технологии повышения ресурса и живучести подвижного состава железнодорожного транспорта» (г. Коломна, АО «ВНИКТИ», 2021);
- I международной научно практической конференции «Наука 1520 ВНИИЖТ: загляни за горизонт» (г. Москва, АО «ВНИИЖТ», 2021).

По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них 6 статей опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ («Безопасность труда в промышленности» (К2), «Железнодорожный транспорт» (К2), «Известия Петербургского университета путей сообщения» (К2), «Тяжелое машиностроение» (К3), «Известия Транссиба» (К3), «Procedia Structural Integrity», «Journal of Machinery Manufacture and Reliability»), две в журнале «Проблемы машиностроения и надежности машин», входящем в перечень изданий, индексируемых в международной базе цитирования Scopus и в одном патенте на изобретение.

## **8. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом**

Диссертация написана грамотным языком, изложение логично и последовательно с использованием профессиональной терминологической лексики, эмоционально окрашенные слова отсутствуют. Архитектоника правильная. Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования.

Диссертация и автореферат 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». Оформление списка литературы в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11–2011. Оформление в автореферате списка работ, опубликованных по теме соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11–2011 и ГОСТ 7.1–2003.

В рамках, поставленных и решенных в диссертации задач исследование можно считать вполне завершенным.

### **9. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат полностью и корректно отражает основное содержание диссертации в кратком изложении.

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

Диссертационная работа Гасюка Александра Сергеевича «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», в том числе:

– 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;

– в соответствии с п. 14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненных лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

#### **11. Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

К достоинствам диссертационного исследования следует отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Автором грамотно и последовательно изложен материал диссертации, в которой изложены новые, научные и обоснованные технические решения и разработки, посвященные актуальной задаче повышения надежности и безопасности эксплуатации подвижного состава на основе исследования прочности и долговечности конструкций, оценки и прогнозирования их ресурса. Также к достоинствам работы можно отнести эффективное использование отечественного и зарубежного опыта, комплекс натурных стендовых статических от действия продольных сил растяжения сжатия и на усталость элементов экипажной части тепловозов и ходовых динамико-прочностных и на соударения испытаний тепловозов. Приведены примеры практического применения результатов выполненных исследований для оценки и прогнозирования технического состояния локомотивов по ресурсу несущих конструкций с целью обеспечения длительной безопасной эксплуатации.

По содержанию диссертации следует отметить следующие замечания:

1) в начале автореферата указываются результаты апробации работы, однако отсутствуют количество и виды публикаций по теме диссертационной работы (название работ приведено только в конце автореферата);

2) в тексте диссертации и в автореферате автор путается в понятиях «срок службы» и «жизненный цикл». В ГОСТ 27.002-89 и ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике. Термины и определения есть только одно понятие «срок службы», тогда как в ГОСТ Р 27.013–2019 и ГОСТ Р 27.102–2021 такого понятия как «срок службы» отсутствует. Оно было заменено на «жизненный цикл»;

3) некоторые выводы в заключении диссертации носят описательный, декларативный характер, характер аннотации, а хотелось бы видеть выводы с конкретными рекомендациями, непосредственно вытекающими из огромной многолетней проделанной работы.

4) отсутствует четкое определение процедуры изучения и оценки параметров технического состояния локомотивов, которые оказывают влияние на его безопасную эксплуатацию;

5) неясно возможно ли и в какой мере спектр эксплуатационных нагрузок тепловозов можно распространить на другие виды железнодорожного подвижного состава;

6) среди параметров, оказывающих влияние на накопление повреждений и деградацию свойств материала экипажной части локомотивов не отражено влияние климатических условий эксплуатации.

7) в тексте диссертационной работы имеют место не всегда корректное использование терминов, встречаются отдельные опечатки, стилистические неточности и пр., но количество их можно считать незначительным.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество и полноту исследований, но они не оказывают существенного влияния на главные научные и прикладные результаты диссертационной работы, а представляют собой как бы предложение к проведению дискуссии на обсуждаемую тему.

### **Заключение**

Проведенный анализ материалов диссертации указывает, что по актуальности, содержанию и значимости основных результатов, диссертационная работа Гасюка Александра Сергеевича «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций» является логичной, функционально законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой, которая выполнена на достаточно высоком уровне, в которой изложены научно-обоснованные методы, способы, технические разработки и рекомендации, обеспечивающие повышение надежности и безопасности эксплуатации подвижного состава на основе исследования прочности и долговечности конструкций, оценки и прогнозирования их ресурса, имеющей существенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

Внедрение данных разработок вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в железнодорожной отрасли, в частности в

развитие локомотивостроения. Диссертационная работа соответствует научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки) и соответствует пунктам паспорта специальности: п. 2 «Системы и технологии эксплуатации, технического обслуживания, ремонта подвижного состава и устройств электроснабжения. Оборудование для экипировки подвижного состава, ремонта и обслуживания устройств тягового электроснабжения. Управление жизненным циклом локомотивов, вагонов и технических средств систем электроснабжения. Развитие парков локомотивов и вагонов, рельсового городского транспорта и метрополитена»; п. 6 «Улучшение динамических и прочностных качеств подвижного состава. Взаимодействие подвижного состава и пути. Снижение износа элементов пути и ходовых частей подвижного состава. Повышение безопасности движения, обеспечение работоспособности ходовых частей подвижного состава»; п. 15 «Разработка методов компьютерного моделирования и автоматизации конструирования и проектирования подвижного состава и устройств электроснабжения. Испытания подвижного состава».

Диссертация содержит список работ, опубликованных автором по теме диссертации, в тексте приведены ссылки. В диссертации отмечены результаты научных работ, выполненных соискателем лично, а также в соавторстве. При заимствовании материалов или отдельных результатов имеются ссылки на авторов или документы, из которых взяты данные заимствования. Список использованных источников включает 149 наименований.

Основные положения диссертационного исследования достаточно полно отражены в 15-ти публикациях автора, в том числе 6 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 – в перечень изданий, индексируемых в международной базе цитирования Scopus и в одном патенте на изобретение.

Результаты, полученные автором, обладают научной новизной, имеют существенное значение для развития отрасли знаний в области железнодорожного транспорта.

Автореферат и публикации соискателя, в том числе шесть – в изданиях, рекомендованных ВАК, – полностью отражают основные положения и результаты диссертационной работы.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество оформления результатов исследования, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и в целом не меняют общего положительного впечатления о выполненной диссертационной работе.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертационная работа Гасюка Александра Сергеевича «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций» соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (в редакции от 01 ноября 2018 года с изменениями от 26 мая 2020 года), предъявляемым на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Гасюк Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

### **Официальный оппонент**

Буйносов Александр Петрович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (отрасль науки – технические), по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», профессор, профессор кафедры «Электрическая тяга» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС)

«22» ноября 2022 г.

Буйносов Александр Петрович

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

Электронная почта: [abuinosov@usurt.ru](mailto:abuinosov@usurt.ru), [byinosov@mail.ru](mailto:byinosov@mail.ru)

Контактные телефоны: (343) 221-24-70, 319-59-32

Подпись д.т.н., профессора,  
профессора кафедры «Электрическая тяга»  
Буйносова Александра Петровича заверяю:

Специалист по кадрам

М.А. Кондрашкина



## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента на диссертацию**

Гасюка Александра Сергеевича

на тему «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

#### **1 Актуальность выбранной темы исследования**

Опыт эксплуатации ответственных конструкций показывает, что при достигнутом уровне научных разработок, технологических и конструкторских решений еще возможны повреждения, отказы и аварии железнодорожного подвижного состава. В настоящее время стали актуальными задачи подтверждения безопасности и надежности эксплуатации подвижного состава на заданном сроке его службы и этапах жизненного цикла. Актуализированная под Технические регламенты нормативная база в виде ГОСТов оперирует понятиями коэффициентов запаса прочности, назначаемыми детерминированно. Срок же службы любого объекта подвижного состава определяется его наработкой в измеряемом эквиваленте. Отсюда вытекает актуальность задачи исследования зависимости между этими параметрами. Для длительно эксплуатирующихся объектов железнодорожной техники возникает необходимость обоснования возможности их дальнейшей надежной эксплуатации. Это требует установления фактического технического состояния объектов с учетом накопленных в процессе эксплуатации повреждений и износа. Кроме этого необходима оценка влияния основных конструктивных и технологических факторов, изменяющих свойства материала и определяющих наступление предельных состояний критических элементов базовых частей локомотива.

#### **2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Сравнительный анализ исследуемых параметров полученных по результатам расчета движения экипажа тепловоза 2ТЭ25К с использованием конечно-элементных программных комплексов и по экспериментальным данным, показало их близкое качественное и количественное совпадение. Оценки ресурса несущих

конструкций локомотивов, выполненные по разработанным методикам, хорошо согласуются с эксплуатационными данными по наработкам базовых частей основных типов тепловозов (серий ТЭМ2, 2М62, 2ТЭ116, 2ТЭ10М), эксплуатирующихся без повреждений в течение 40 и более лет. Следовательно, предложенные методики могут применяться для решения задач оценки ресурса и прогнозирования технического состояния несущих конструкций экипажной части локомотивов при установлении назначенных сроков службы новых локомотивов и их продлении при модернизации и после длительной эксплуатации.

### **3 Достоверность и новизна, полученных результатов**

Примененные в работе математические модели верифицировались на основе сопоставления с результатами натурных экспериментов, а достоверность результатов теоритических исследований обеспечивалась использованием апробированных актуализированных методик.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1 Разработаны методы проведения экспериментальных исследований в стендовых и эксплуатационных условиях и формирования типовых спектров нагружения базовых частей локомотивов.

2 Разработаны методики расчета долговечности и ресурса несущих конструкций локомотивов по допускаемой вероятности разрушения на основе скорректированной линейной гипотезы суммирования повреждений и аналитического решения уравнений кривой усталости.

3 Проведена оценка долговечности и ресурса конструкций локомотива по деформационным критериям малоциклового усталости.

### **4 Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

Показана обоснованность применения метода оценки ресурса (срока службы) тягового подвижного состава по вероятностным параметрам его прочности и нагруженности на основании расчетных, экспериментальных и эксплуатационных данных. На основе современных методов исследования напряженно-деформированного состояния экипажной части тепловозов и накопленных эксплуатационных данных разработан подход к оценке и прогнозированию



технического состояния тягового подвижного состава и обеспечению его безопасной эксплуатации по ресурсу базовых несущих конструкций.

### **5 Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 149 наименований и двух приложений. Общий объем диссертации 162 страницы основного текста, включая 49 рисунков, 29 таблиц.

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

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

- 1 Чем обусловлен выбор в качестве объекта исследования при математическом моделировании локомотива 2ТЭ25К. При этом в разделе 2.1 приведены результаты исследования характеристик сопротивления много- и малоциклового усталости типовых узлов конструкций рамы тележки бесчелюстного типа тепловоза М62 и рамы тележки тепловоза ТЭМ2.
- 2 В работе не приведено обоснование применения пространственных конечных элементов для учета упругих свойств рамы тележки, а также ее прочности. Неясно чем обусловлен выбор размера конечных элементов.
- 3 Из описания динамической модели тепловоза неясно какой тип силовых элементов использовался при моделировании пружин и гасителей колебаний. Не приведены величины параметров, задаваемых для этих элементов.
- 4 Из текста диссертационной работы неясно, как при формировании типовых спектров нагружения базовых частей локомотивов учитывалось фактическое состояние элементов экипажной части (износы, просадка пружин по высоте и т.д.).
- 5 Неясно какой величины принимался единичный блок при формировании универсального деформационного уравнения разрушения.

### **7 Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, отражает ее структуру и положения, выносимые на защиту.

### **8 Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Диссертация и автореферат диссертации соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

### **9 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней»**

По п. 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, выдвигаемые для публичной защиты.

По п. 11 – основные положения и научные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций.

По п. 14 – в диссертации соискатель использует результаты научных работ, выполненных лично или в соавторстве, и отмечает это обстоятельство.

### **10 Заключение**

Диссертационная работа Гасюка Александра Сергеевича на тему «Оценка и прогнозирование технического состояния локомотивов по ресурсу их несущих конструкций» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные методы проведения экспериментальных исследований в стендовых и эксплуатационных условиях и формирования типовых спектров нагружения базовых частей локомотивов, а также методики расчета долговечности и ресурса конструкций локомотива по допускаемой вероятности разрушения на основе скорректированной линейной гипотезы суммирования повреждений и аналитического решения уравнений кривой усталости. Внедрение указанных методов и методик внесёт значительный вклад в развитие страны, позволив сократить повреждаемость и расходы на ремонт, повысить безопасность эксплуатации локомотива на всех стадиях жизненного цикла, обеспечить снижение до приемлемого значения риска эксплуатации локомотива.

Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее 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 (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»

Д.Я. Антипин

Почтовый адрес: 241035, г. Брянск, бул. 50 лет Октября, д. 7.

Электронная почта: adya2435@gmail.com;

Контактный телефон: +7 (4832) 56-04-66

