

## УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности  
первого проректора –  
проректора по научной работе  
федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего  
образования «Петербургский  
государственный университет  
путей сообщения Императора  
Александра I»,  
к.т.н., доцент

А. В. Бенин

« 25 » 11

2025 г.

В диссертационный  
совет 44.2.003.01,  
созданный на базе  
ФГБОУ ВО «Омский  
государственный университет  
путей сообщения»

К. Маркса пр., д. 35, г. Омск,  
Омская обл., 644046

## ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» на диссертационную работу Серякова Кирилла Олеговича «Улучшение тяговых и динамических свойств локомотива на основе совершенствования его механической части», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

### 1. Актуальность темы диссертации

Согласно «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», утвержденной Правительством Российской Федерации, проводится обновление парка тягового подвижного состава на современные электровазозы, которые обладают большей мощностью и обеспечивают вождение поездов повышенной массы и длины. Повышение массы поезда требует комплексного решения широкого круга задач, важное место среди которых имеет снижение износа колес железнодорожных экипажей и рельсов, а также усиление тяговых свойств локомотивов. Одним из основных средств снижения износа колес и рельсов является эффективное рессорное подвешивание, обеспечивающее надежную защиту экипажа от вибрационных воздействий, стабилизацию силы давления колеса на рельс и снижение интенсивности накопления расстройств верхнего строения пути.

Конструктивной особенностью механической части современных грузовых электровозов является недостаточный статический прогиб буксовой ступени обрессоривания, выполненной в виде винтовых пружин и гидродемпферов, а также несовершенство конструкции маятникового подвешивания тягового электродвигателя (ТЭД), что вызывает повышение уровня силового взаимодействия локомотива и пути, и как следствие, приводит к увеличению вибронагруженности узлов электровоза, повышенному изнашиванию бандажей колес и рельсов, увеличению разброса давления колеса на рельс и снижению реализуемой силы тяги.

Поэтому диссертация Серякова К. О., посвященная улучшению тяговых и динамических свойств локомотива на основе совершенствования его механической части, выполнена на весьма актуальную тему.

## **2. Новые научные результаты, полученные в диссертации**

Разработаны математические модели вертикальных и продольных колебаний локомотива с типовой и усовершенствованной схемами буксовой ступени рессорного подвешивания, отличающиеся учетом нелинейной жесткости компенсирующего устройства и влияния проскальзывания колес на тяговые качества локомотива.

Разработан метод сравнительной оценки динамических и тяговых качеств электровоза 2ЭС6 с типовым и модернизированным рессорным подвешиванием с учетом выбранных типов возмущающих воздействий, состояния пути и скорости движения локомотива.

Предложена математическая модель горизонтальной динамики тележки локомотива, позволяющая выполнять оценку влияния узла подвешивания ТЭД на его динамическую нагруженность при прохождении локомотивом криволинейных участков пути.

## **3. Научная и практическая ценность диссертации**

Научная и практическая ценность диссертационного исследования заключается в разработке методологии повышения динамических и тяговых качеств локомотивов за счет совершенствования конструкции узла подвешивания ТЭД и буксовой ступени рессорного подвешивания.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в том, что:

- сформированные математические модели вертикальных и продольных колебаний локомотивов серии 2ЭС6 «Синара» и математическая модель горизонтальной динамики тележки локомотива реализованы в форме программ расчета показателей динамики на ЭВМ и позволяют выполнять оценку влияния

предлагаемых технических решений на показатели динамических и тяговых качеств локомотивов;

- предложенная усовершенствованная конструкция узла подвешивания тягового электродвигателя позволяет улучшать показатели динамической нагруженности ТЭД;

- сформированная имитационная 3D модель тягового электродвигателя локомотива может быть использована при исследовании напряженного состояния корпуса ТЭД и опорных узлов колесно-моторного блока с учетом динамических нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации;

- применение предложенного компенсирующего устройства в буксовой ступени рессорного подвешивания позволит повышать динамические и тяговые свойства локомотива и стабилизировать давление колесных пар на рельсы.

#### **4. Степень достоверности результатов исследования**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, так как при решении поставленных задач теоретические и экспериментальные исследования проведены на основе методов аналитической механики Лагранжа, теории колебаний и виброзащиты, теории нелинейных дифференциальных уравнений.

При расчетах и анализе математических зависимостей применялись лицензионные программные продукты: электронные таблицы *Microsoft Excel*, пакет прикладных программ *Mathcad*. Лабораторные исследования проведены на основе теории подобия и размерностей и теории планирования эксперимента. Измерения осуществлялись с применением сертифицированного регистратора ускорений *Extech VB300*.

Достоверность основных научных положений и результатов обеспечивается корректностью математических формулировок и подтверждается качественным совпадением и приемлемой сходимостью результатов теоретического и физического моделирования, расхождение между которыми не превышает 11 %.

#### **5. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Научная значимость полученных автором диссертации результатов состоит прежде всего в теоретических аспектах предложенной методологии повышения динамических и тяговых качеств локомотивов за счет совершенствования конструкции узлов подвешивания ТЭД и буксовой ступени рессорного подвешивания.

Представленные положения метода сравнительной оценки динамических и тяговых качеств электровоза 2ЭС6 с типовым и модернизированным

рессорным подвешиванием с учетом выбранных типов возмущающих воздействий, состояния пути и скорости движения локомотива вносят вклад в расширение представлений об основных направлениях снижения динамической нагруженности механической части локомотивов.

Применение сформированных автором математических моделей, учитывающих новые параметры модернизированных узлов механической части, позволяют определять научно обоснованные подходы к улучшению тяговых и динамических свойств локомотивов за счет совершенствования конструкции узлов их механической части.

## **6. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Предприятиям, выполняющим проектирование нового подвижного состава и модернизацию существующих локомотивов – предложенные автором научно обоснованные разработки по совершенствованию системы рессорного подвешивания путем введения компенсирующего устройства в его буксовую ступень, а также по модернизации системы подвешивания тягового электродвигателя.

Предприятиям, эксплуатирующим подвижной состав – математические модели вертикальной и продольной динамики локомотива, реализованные в форме программ расчета показателей на ЭВМ, при разработке режимных карт вождения тяжеловесных и длинносоставных поездов.

Научным организациям, направление деятельности которых связано с совершенствованием механической части локомотивов – математические модели вертикальных и продольных колебаний локомотива как с типовой, так и с модернизированной механической частью; математическая модель горизонтальной динамики тележки локомотива при прохождении криволинейных участков пути; метод сравнительной оценки динамических и тяговых качеств электровоза 2ЭС6 с типовым и модернизированным подвешиванием.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальности 23.05.03 – «Подвижной состав железных дорог», – метод и результаты сравнительной оценки динамических и тяговых качеств электровоза 2ЭС6 с типовым и модернизированным подвешиванием с учетом выбранных типов возмущающих воздействий, состояния пути и скорости движения локомотива.

## **7. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы**

По теме диссертации опубликована 31 научная работа, из них три научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, один патент РФ на изобретение и три свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения, выводы и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 15 научных конференциях, в том числе межведомственных, всероссийских и международных, что говорит о достаточно широкой апробации результатов диссертации.

Предлагаемые автором технические решения по совершенствованию подвески тягового двигателя к раме тележки приняты к использованию при ремонте локомотивов в сервисном локомотивном депо «Московка» – филиале ООО «СТМ-Сервис». Математические модели динамики локомотива приняты к использованию в Западно-Сибирской дирекции тяги – структурном подразделении Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» при разработке режимных карт вождения тяжеловесных и длинносоставных поездов.

Фактическое использование результатов диссертационной работы подтверждено актами внедрения.

Опубликованные по результатам исследований материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, имеются ссылки на авторов и источники заимствования материалов.

## **8. Основные замечания по диссертации**

1) При исследовании продольных колебаний локомотива анализ проводился для летних условий эксплуатации. Рассматривался ли автором вопрос исследования продольных колебаний в зимних условиях?

2) При проверке адекватности модели вертикальных колебаний результаты вибрационных испытаний локомотива для сравнительного анализа были выбраны только для скоростей 50 и 60 км/ч в режиме выбега. Проверялась ли адекватность модели на других скоростях и режимах?

3) Проверка адекватности математической модели колебаний локомотива с усовершенствованной буксовой ступенью рессорного подвешивания проводилась по результатам физического моделирования на лабораторной установке. Желательно было бы сравнить теоретические результаты математического моделирования с результатами натуральных вибрационных испытаний локомотива с компенсирующим устройством (по аналогии с результатами испытаний локомотива с типовой схемой обрессоривания).

4) В четвертом разделе работы проведены исследования динамической нагруженности узла подвешивания ТЭД и его корпуса. Разработана новая

конструкция подвеса ТЭД, снижающая нагруженность опор. Однако из содержания раздела не ясно, влияет ли применение новой схемы подвешивания ТЭД на тяговые свойства локомотива.

Указанные выше замечания не снижают научной ценности диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку.

По результатам обсуждения диссертации «Улучшение тяговых и динамических свойств локомотива на основе совершенствования его механической части» принято следующее заключение.

## **9. Заключение**

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. В диссертации имеются ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты. Соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание автореферата отражает содержание диссертационной работы. Структура и оформление диссертации и автореферата выполнены согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Диссертация соответствует научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, отрасль наук – технические.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Серякова Кирилла Олеговича «Улучшение тяговых и динамических свойств локомотива на основе совершенствования его механической части» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на улучшение показателей динамических качеств и повышение тяговых свойств локомотивов за счет совершенствования подвешивания тягового электродвигателя и применения компенсирующих устройств в буксовой ступени рессорного подвешивания, имеющие существенное значение для развития железнодорожной отрасли страны.

По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности работа 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 № 842, а ее автор, Серяков Кирилл Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Отзыв принят на заседании кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», протокол № 4 от «25» ноября 2025 г.

Заведующий кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кандидат технических наук, доцент

Дмитрий Николаевич Курилкин

Профессор кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», доктор технических наук, профессор

Владимир Васильевич Грачев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС),

Почтовый адрес: 190031, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Телефон: +7(812) 457-81-40.

E-mail: [lt@pgups.ru](mailto:lt@pgups.ru)