

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

*Selected abstracts of D.Sc. and Ph.D.
theses submitted at Russian transport
universities*

For the English text please see p. 289.

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-284-293>

Ковкин А. Н. Методы и модели обеспечения технической эффективности силовой аппаратуры управления устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики / Автореф. дис... док. техн. наук. — СПб.: ПГУПС, 2020. — 32 с.

Микропроцессорные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) представляют собой совокупность вычислительных средств и силовой аппаратуры управления, центральным звеном которой являются устройства сопряжения с объектами (УСО). Ключевой особенностью систем автоматики, непосредственно управляющих стрелками и сигналами, являются высокие требования к безопасности в условиях возникновения внутренних отказов аппаратуры и воздействия внешних дестабилизирующих факторов. Современные тенденции развития систем предусматривают расширение функций, связанных с мониторингом исполнительных объектов, что требует реализации соответствующих решений на уровне аппаратных средств. Указанные факторы являются причиной повышенной сложности силовой аппаратуры управления. В результате конкурентоспособность новых систем ЖАТ и экономический эффект, достигаемый в результате замены релейных систем микропроцессорными аналогами, в значительной степени связаны с техническим уровнем указанной аппаратуры. Это определяет необходимость комплексного подхода к оценке эффективности аппаратных средств, развития методов количественного анализа эффективности, разработки практических способов построения высокоэффективной силовой аппаратуры.

Объектом исследования является силовая аппаратура управления исполнительными объектами ЖАТ, а предметом исследования — методы количественной оценки и способы

повышения уровня технической эффективности силовой аппаратуры, обеспечивающей непосредственное управление исполнительными объектами.

Целью исследования является разработка методов количественной оценки эффективности силовой аппаратуры, осуществляющей управление объектами ЖАТ, а также способов практической реализации высокоэффективных аппаратных средств.

На основании исследований, выполненных в диссертационной работе, получены следующие основные результаты:

1. Определено понятие силовой аппаратуры управления и произведён анализ существующих концепций построения безопасной аппаратуры сопряжения с объектами.

2. Сформулированы частные критерии технической эффективности аппаратных средств, определена роль безопасности как определяющего критерия, обоснована необходимость анализа параметрической безопасности технических средств, а также предложена система показателей технической эффективности.

3. Предложена методика расчёта остаточных напряжений на светофорных излучателях в условиях использования синусоидальных напряжений, основанная на использовании ёмкостных моделей кабельных линий и метода эквивалентного генератора, а также произведена количественная оценка остаточных напряжений на светофорных излучателях для кабеля парной скрутки в случае нарушения баланса ёмкостного моста.

4. Разработана методика расчёта остаточных напряжений на светофорных лампах в условиях несинусоидальных воздействий путём гармонического анализа с учётом ёмкостных и резистивных параметров линии.

5. В результате исследований установлено, что безопасное управление стационарными светофорами в случае наличия в кабельной сети несинусоидальных напряжений может обеспечиваться за счёт понижения напряжения на выходе УСО и упорядоченного использования кабельных жил.

6. Установлено, что надлежащий уровень безопасности при бесконтактном управлении светофорами в условиях возникновения неисправностей кабельных линий обеспечивается наличием трансформаторов в составе преобразовательных схем и отказом от ис-

пользования общих проводов для нескольких сигнальных показаний.

7. Предложена модель для расчёта энергопотребления и токовой нагрузки, основанная на понятиях собственной и объектной составляющей энергетических параметров.

8. Произведён количественный анализ безопасности различных схем источников питания, предложены методы повышения безопасности и разработаны эффективные способы реализации питания УСО от шин постоянного и переменного тока.

9. Выполнена количественная оценка эффективности контроля фактического горения сигнальных показаний путём измерения величины тока в выходной цепи устройств управления и разработана методика расчёта изменения тока в цепи управления светодиодными излучателями при возникновении отказов светодиодных матриц.

10. Предложен способ безопасной реализации контроля холодной нити путём импульсного воздействия и определены основные параметры тестирующих импульсов, обеспечивающих эффективную реализацию контроля в условиях протяжённых линий.

11. Разработано устройство, обеспечивающее контроль целостности рабочей цепи стрелочного привода с трёхфазным асинхронным двигателем путём контроля протекания постоянного тока.

12. Предложены технические решения, осуществляющие безопасное управление напольными объектами путем использования малогабаритных реле с жёстко связанными контактными группами.

13. Разработано устройство, реализующее безопасную логическую обработку сигналов в дублированной структуре управления путём использования преобразовательных схем.

14. Разработана бесконтактная аппаратура управления светофорами и стрелками, основанная на использовании преобразовательных схем и содержащая схемные решения, обеспечивающие контроль холодных нитей светофорных ламп и контроль целостности рабочей цепи электроприводов.

15. В результате комплексной оценки устройств сопряжения установлено, что бесконтактная аппаратура управления светофорами является эффективным решением в случае питания устройств от шины постоянного тока, а бесконтактную аппаратуру

управления асинхронными двигателями целесообразно использовать при любой концепции построения УЭП.

Актуальным направлением последующих практических разработок следует считать создание высокоэффективной аппаратуры управления различными типами светодиодных излучателей и вентильными двигателями ЭМСУ для стрелочных электроприводов.

05.22.08 — Управление процессами перевозок.

Работа выполнена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Защита состоялась в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Расщепкина Д. В. Оценка ресурса литых деталей тележек грузового вагона после возникновения усталостной трещины / Автореф. дис... канд. техн. наук. — СПб.: ПГУПС, 2020. — 16 с.

Требования повышения эффективности работы железнодорожного транспорта ведёт к увеличению протяжённости гарантийных участков безопасного следования подвижного состава и сокращению простоев на технических станциях. Достижение таких целей требует от разработчиков элементов ходовых частей вагонов, в частности боковых рам и надрессорных балок, уточнённых методик прогнозирования запаса усталостной прочности, оценки ресурса детали после возникновения трещины. Несмотря на имеющиеся достижения науки и технологии производства, усилия работников вагонного хозяйства по контролю технического состояния тележек в эксплуатации, ежегодно наблюдаются случаи сходов вагонов по причине изломов литых боковых рам. Поэтому вопросы прогнозирования ресурса литых деталей тележек после возникновения усталостных трещин являются актуальными.

Объект исследования: литые боковые рамы и надрессорные балки тележек грузового вагона.

Предмет исследования: ресурс литых деталей тележек грузового вагона после возникновения усталостной трещины.

Целью диссертационной работы является прогнозирование пробега грузового вагона после возникновения усталостной трещины в литой несущей детали тележки за счёт



решения научной задачи оценки ресурса детали с учётом стадии «зарождение усталостной трещины — предельный излом».

В диссертационной работе изложено решение научной задачи оценки ресурса литых деталей тележки грузового вагона после возникновения усталостной трещины, обеспечивающее повышение эффективности проектирования новых и модернизации существующих конструкций деталей.

Выполнен обзор и анализ работ в области исследования трещиностойкости литых сталей. Рассмотрены аналитические и экспериментальные методы расчёта параметров трещиностойкости. Проанализированы методы оценки и расчёта ресурса деталей с трещиной. Установлена необходимость прогнозирования ресурса литых рам и балок после возникновения опасного отказа.

По результатам анализа данных по изломам боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов, произошедших в период с 2006 по 2018 гг., определена геометрия усталостной трещины, установлены зависимости её геометрических параметров, получены интервалы распределения площадей трещин относительно сечений изломов.

Разработана методика определения критической длины (относительной площади) трещины в литых деталях тележек грузовых вагонов и алгоритм моделирования её роста в универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS.

Разработаны КЭ модели литых боковых рам и надрессорной балки с трещиной, учитывающие особенности распределения поля напряжения в окрестности её вершин, позволяющие выполнить уточнённый расчёт параметров трещиностойкости.

Выполнен расчёт параметров трещиностойкости боковых рам с трещиной. Получены зависимости длин и относительных площадей усталостных трещин от КИН (K_I). Определены критические длины усталостных трещин исследуемых рам после 13 и 25 лет эксплуатации. Потеря несущей способности рамы усл. № 1 наступает при достижении усталостной трещиной длины 210 мм (25 % от площади сечения) и 135 мм (17 %) после 13 и 25 лет эксплуатации. Для боковых рам усл. № 2 и усл. № 3 критическая длина трещины 295 мм (34 %), 185 мм (23 %) и 285 мм (45 %), 185 мм (31 %) после 13 и 25 лет эксплуатации соответственно. Рас-

чётные значения относительной площади усталостной трещины для боковой рамы с усл. № 1 верифицированы результатами анализа данных по изломам в эксплуатации.

Уточнена методика экспериментального определения K_I и циклической вязкости разрушения (K_{jc}) литой детали тележки грузового вагона с трещиной при статическом нагружении после циклической наработки, за счёт предварительного расчёта размера зон пластических деформаций. Опытным путём определены значения K_I с развитием длины усталостной трещины от 41 до 220 мм. Установлена критическая длина усталостной трещины надрессорной балки 220 мм и $K_{jc} = 72 \text{ МПа} \sqrt{\text{м}}$.

Получена зависимость деградации K_{fc} от срока службы несущих литых деталей ходовых частей, позволяющая прогнозировать эквивалентный срок службы исследуемой детали с критической усталостной трещиной. Прогнозируемое значение K_{fc} для литой стали 20ГЛ, 20ГФЛ после 32 лет эксплуатации $45 \text{ МПа} \sqrt{\text{м}}$.

Разработан алгоритм расчёта ресурса литой несущей детали тележки грузового вагона для стадии «зарождение трещины — предельное состояние» на основе модели деградации механических свойств и K_{jc} стали 20ГЛ, 20ГФЛ.

Предложен способ формирования блоков нагружений детали из сочетаний вертикальных, продольных и поперечных сил, возникающих при движении состава в прямых и кривых участках пути, рывках и ударах.

Выполнен расчёт ресурса конструкции боковой рамы после возникновения усталостной трещины во внутреннем углу буксового проема при действии эксплуатационных нагрузок. В результате расчёта определено число циклов до появления трещины длиной 10 мм, число циклов до потери несущей способности, относительная живучесть, предельная длина и площадь усталостной трещины, скорость её развития. Потеря несущей способности детали с трещиной наступает после 498 тыс. циклов нагружений, относительная живучесть боковой рамы — 0,062. Предельная длина усталостной трещины составляет 60 мм, занимаемая площадь от общего сечения излома 6,35 %. Скорость развития трещины изменяется с ростом трещины с $0,2260 \text{ мм}^2/\text{тыс. циклов}$ до $31,4942 \text{ мм}^2/\text{тыс. циклов}$.

Рассчитан пробег гружёного вагона после образования усталостной трещины в боковой раме. Пробег вагона при устойчиво развивающейся усталостной трещине длиной от 10 мм до 60 мм составляет 1,398 тыс. км.

Сравнение результатов расчёта с данными выборки по изломам боковых рам за период с 2006 по 2018 гг. позволяет сделать вывод о корректности разработанных методов расчёта критических длин усталостных трещин, ресурса деталей и пробега вагона. Применение методов на стадии проектирования позволит оценить работоспособность новой или модернизируемой конструкции литой боковой рамы (балки надрессорной) после возникновения усталостной трещины, а также дать рекомендации по установлению габаритных плеч.

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Работа выполнена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Защита состоялась в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Рахимов Р. В. Нагруженность ходовых частей вагонов и пути и обоснование возможности увеличения осевых нагрузок на железных дорогах Республики Узбекистан / Автореф. дис... док. техн. наук. — СПб.: ПГУПС, 2020. — 32 с.

Важнейшим звеном в формировании и развитии экономики Республики Узбекистан являются железные дороги. Железнодорожный транспорт, работая в тесной взаимосвязи с другими отраслями народного хозяйства республики, с момента создания и по сей день, непрерывно развивается и совершенствуется. Несмотря на возможность массовых перевозок грузов и технико-экономические преимущества в условиях Республики Узбекистан над другими видами наземного транспорта за прошедшее десятилетие доля железнодорожного транспорта в общем объёме грузовых перевозок и грузообороте снизилась.

В настоящее время для повышения эффективности железнодорожного транспорта в реализации экспортного и транзит-

ного потенциалов Республики Узбекистан при ограниченных длинах приемо-отправочных путей на станциях страны наиболее перспективным является внедрение в эксплуатацию подвижного состава с увеличенными осевыми нагрузками. Однако при этом возрастает воздействие подвижного состава на железнодорожный путь, поэтому актуальной областью исследования является динамическое взаимодействие подвижного состава и железнодорожного пути, что необходимо для обоснования возможности повышения осевых нагрузок подвижного состава на железных дорогах Республики Узбекистан.

Объектом исследования являются ходовые части вагонов и железнодорожный путь. Предметом исследования является нагруженность ходовых частей вагонов и железнодорожного пути при динамическом процессе взаимодействия подвижного состава и пути.

Целью диссертационной работы является разработка научно обоснованных технических и технологических решений по измерению динамических процессов взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути для обоснования возможности увеличения осевых нагрузок подвижного состава на железных дорогах Республики Узбекистан.

05.22.07 — Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Работа выполнена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Защита состоялась в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Тимоховец В. Д. Совершенствование методов дистанционного мониторинга транспортных потоков для проектирования улично-дорожной сети крупных городов / Автореф. дис... канд. техн. наук. — Омск: ТИУ, 2020. — 21 с.

Использование методов получения данных о состояниях транспортного потока, применимых для отдельно взятой улицы, не отвечает требованиям современных городов. Появляется необходимость разработки оперативного метода получения информации с минимальными ресурсными затрата-



ми и исследования возможности проектирования улично-дорожной сети на основе метода дистанционного мониторинга транспортных потоков, основанного на дешифровке онлайн-снимков с применением Интернет-ресурсов. В диссертации автором сравниваются методы изучения транспортных потоков, в которых выявлено отсутствие детального исследования улично-дорожной сети как сетевого объекта.

Основная идея работы состоит в теоретическом и экспериментальном обосновании и совершенствовании методов дистанционного мониторинга транспортных потоков для проектирования улично-дорожных сетей крупных городов.

Объектом исследования являются параметры транспортного потока, обосновывающие проектные решения по проектированию улично-дорожной сети.

Предмет исследования — совершенствование методов повышения эффективности функционирования транспортных сооружений, удобства, безопасности и экологичности движения.

Целью диссертационной работы является совершенствование методов дистанционного мониторинга транспортных потоков для проектирования улично-дорожной сети крупных городов.

Теоретико-методологической базой являются постулаты теории транспортных потоков. Они заключаются в анализе режимов движения автомобилей в различных дорожных условиях с учётом их динамических возможностей, состава транспортного потока и психофизиологических особенностей водителей. В проведённых исследованиях применялись теоретический и расчётно-аналитический методы исследования.

Анализ применимости методов мониторинга и научных трудов по теории транспортных потоков позволил сформулировать актуальность рассматриваемой проблемы, подтвердить необходимость получения репрезентативных данных о параметрах транспортных потоков при рассмотрении города как сетевого объекта. Обоснована необходимость интеграции нескольких методов дистанционного мониторинга: аппаратно-ресурсных методов и разработки математической зависимости преобразования статической картины в динамиче-

скую с возможностью учёта объективных параметров улично-дорожной сети.

Установлен вид функции, который с наименьшей погрешностью (до 13,21 %) определяет уравнение транспортных потоков для каждого из разработанных типов улиц. Определена зависимость масштаба от разрешающей способности спутниковых снимков с целью идентификации транспортных потоков по составу. Разработана типизация улиц и городских дорог, классифицирующая транспортные и дорожные факторы, а также демонстрирующая особенности распределения интенсивности в течение суток для более точного её определения. Выбраны значимые факторы, влияющие на изменение параметров транспортного потока, и разработана модель, учитывающая особенности жизненного цикла каждого сетевого объекта, полосность и состояние покрытия проезжей части.

Впервые разработаны мультипараметрические зависимости по определению интенсивности движения, учитывающие транспортные, дорожные и метеорологические факторы. Выполнено сравнение расчётных и фактических значений интенсивности, полученных методом видеонаблюдения по критерию аппроксимации, который демонстрирует работоспособность разработанных зависимостей, повышающих полноту и достоверность информации.

Разработан программный продукт, позволяющий автоматизировать процессы по определению параметров транспортных потоков на улично-дорожной сети крупных городов для реконструкции существующих объектов, строительства улиц-дублёров и организации дорожного движения на улицах и городских дорогах.

Направлениями и перспективами дальнейшего исследования являются разработка метода экспресс-типизации не исследованных улиц и адаптация выявленных зависимостей с целью их применения на улицах с нерегулярным движением.

05.23.11 — Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Работа выполнена в Тюменском индустриальном университете.

Защита состоялась в Сибирском государственном автомобильно-дорожном университете (СибАДИ). ●