



ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

Омск 2020

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы научной конференции,
посвященной Дню Российской науки

(7 февраля 2020 г.)

Омск 2020

УДК 629.4; 656.2
ББК 39.2

Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2020. 439 с.

В сборник вошли статьи с результатами исследований, выполненных по ряду научных направлений, посвященных развитию региональной теплоэнергетики; технологическому обеспечению ремонта и техническому обслуживанию подвижного состава; повышению безопасности движения железнодорожного транспорта; внедрению ресурсосберегающих технологий в хозяйствах железных дорог; развитию информационных систем учета и контроля; внедрению систем качества в структурных подразделениях железных дорог; повышению качества ремонта подвижного состава; оптимизации работы устройств теплоснабжения; исследованию тягово-энергетических показателей электровозов в условиях эксплуатации; повышению качества электрической энергии на тягу поездов; вопросам совершенствования образовательных процессов и системы подготовки кадров.

Сборник может быть полезен для студентов, научных сотрудников и специалистов транспорта и промышленных компаний.

Библиогр. 314 назв. Табл. 28. Рис. 145.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, профессор И. И. Галиев (отв. редактор);
доктор техн. наук, доцент С. М. Овчаренко;
доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;
доктор техн. наук, профессор В. А. Четвергов;
доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (зам. отв. редактора).

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор В. А. Аксенов;
доктор техн. наук, профессор А. П. Моргунов.

Ответственный секретарь – канд. техн. наук Е. В. Пономарев.

ISBN 978-5-949-41255-8

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Тэтэр А. Ю., Калина Ю. В., Коновальчук А. А., Абрамчикова Л. В., Ращупкин К. А. Проблемы расширения экспорта образования.....	6
Никифоров М. М. Перспективные направления повышения эффективности эксплуатации системы тягового электроснабжения	12
Сенин И. Н., Гудков Ю. А. Правовые аспекты послания Президента РФ Федеральному Собранию РФ.....	23
Легчилина Е. Ю. Трансформация социально-трудовых отношений в условиях пенсионной реформы: теория и методология.....	29
Алафьев М. К. Роль самостоятельной работы студентов в изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях».....	35
Антипин В. Б. Изучение актуальных мотивов к занятиям физической культурой и спортом у студентов обучающихся в ОмГУПСЕ.....	41
Бутенко Е. А., Смердин А. Н. Применение беспроводных элементов сенсорных сетей для определения натяжения контактных проводов и несущих тросов.....	46
Васеева Т. В., Альтман Е. А., Александров А. В. Сравнительное исследование гармонических и интергармонических методов оценки сигналов	51
Карченкова Т. А. Современные образовательные технологии в преподавании дисциплины «Правовое обеспечение в туристской индустрии».....	58
Лаврухин А. А., Туканова А. С., Онуфриев А. С. Перспективы развития и исследовательские задачи обработки данных магнитотеллурического зондирования	64
Присухина И. В., Лунёв С. А. Классификация режимов работы рельсовой цепи на основе искусственной нейронной сети	70
Рауба А. А., Бейсембаев Д. А. Анализ эффективности депоовского ремонта грузовых вагонов.....	79
Слатин А. И. Повышение работоспособности токоприемников электроподвижного состава за счет применения термически упрочняемых алюминиевых сплавов.....	86
Смердин С. Н. Разработка устройства для изменения жесткости каретки токоприемника магистрального электроподвижного состава.....	91
Утепбергенова С. М., Томилов В. В., Сидоров О. А. Системы охлаждения полоза токоприемника электроподвижного состава.....	96
Байсадыков М. Ф., Петров П. Г., Супоня Д. В. Оценка коммутационной способности электрических щёток тяговых электродвигателей.....	105
Бакланов А. А., Есин Н. В., Шиляков А. П. Перспективы использования двухсистемных электропоездов в пассажирском движении на Западно-Сибирской железной дороге.....	110
Бельский А. О., Варавва П. А., Ахмеджанова Р. А. Современное состояние и новые тенденции развития конструкции тележек грузовых вагонов.....	116
Блинов П. Н., Томилов В. В. Особенности организации работ по транспортной безопасности на железнодорожных предприятиях, не являющихся объектами транспортной инфраструктуры	122
Гришина Ю. Б. Анализ физико-химических свойств углеводородных видов топлива для дизельных двигателей	128
Игнатов О. В., Кообар А. А., Мусаткина Б. В. Исследование производственного освещения как фактора безопасности труда.....	134

Исачкин С. П. Использование местного материала в преподавании исторических дисциплин магистратуры и аспирантуры технических направлений.....	139
Перестенко А. Е., Истомин С. Г. Разработка цифровой модели интеллектуального управления взаимодействием электроподвижного состава и инфраструктуры железных дорог	145
Кадцын И. И., Стариков А. П. Экономический анализ использования теплотрансформаторов на объектах ОАО «РЖД» в Сибирском федеральном округе.....	151
Кирпиченко Е. М., Подоляк С. И., Гаджиев И. А. Разработка и использование бортовых систем диагностирования грузового вагона на ходу поезда.....	160
Кузнецов А. А., Волкова Н. В., Шарапова Я. В. Компьютерное моделирование процесса электрокоррозии железобетонных конструкций в агрессивных средах	167
Кузнецов А. А., Кузнецова М. А., Горлов А. В. Устройство имитации дефектов изоляции высоковольтных трансформаторов.....	174
Петровнин В. С., Горобей С. С., Кузнецов А. А. Экспериментальные исследования экономии электрической энергии на отопление пассажирских вагонов.....	181
Фомиченко К. И., Запрудский А. А., Кузнецов А. А. Моделирование прочностных характеристик железобетонных конструкций транспортной инфраструктуры	188
Левин Г. И. Особенности труда работников железнодорожного транспорта.....	194
Гарафутдинова Н. Я., Левкин Г. Г. Инновационные технологии в профессиональном развитии персонала в федеральных органах власти и организациях, взаимодействующих с ними как элемент сохранения и воспроизводства кадрового потенциала	200
Левкин Г. Г., Популов Я. В. Преимущества и недостатки использования концепции аутсорсинга в мультимодальных транспортных системах.....	207
Литневский Л. А., Литневский В. Л. Аналогии в курсе общей физики.....	212
Маркелова К. С., Сидоров О. А., Мусаткина Б. В. Совершенствование системы контроля воздействия токосъемных устройств монорельсового транспорта на окружающую среду.....	217
Матяш Ю. И., Кирпиченко Е. М. Экспериментальные исследования степени изменения параметров влажного воздуха при его перемещении по тормозным системам железнодорожного подвижного состава.....	225
Михеев В. А., Томилова О. С. Методика расчета технико-экономической эффективности от эксплуатации инновационных полувагонов в грузовом движении.....	231
Москалюк Б. М., Сидоров О. А., Чертков И. Е. Анализ предохранительных устройств токоприемников электроподвижного состава.....	238
Назаренко Е. С. Формирование лингвосообразовательной траектории в процессе подготовки преподавателей иностранных языков.....	243
Незевак В. Л. Направления совершенствования метода расчета энергетических показателей системы тягового электроснабжения с накопителями электроэнергии.....	251
Петров К. С., Кондратенко Е. В., Петров В. В. Энергонезависимая информационная система для контроля технического состояния тележек подвижного состава железнодорожного транспорта.....	257
Полевых Д. В. Снижение индуктивности реакторов тяговых подстанций постоянного	263
Прищепа Е. Ю. Выпрямительно-инверторные агрегаты тяговых подстанций постоянного тока	268
Самолинов С. С., Черемисин В. Т. Накопитель электрической энергии в тяговой сети постоянного тока	274
Симаков А. В., Сергеев Р. В., Харламов В. В. Проверка цифровых устройств релейной защиты и автоматики с применением специализированного испытательного комплекса.....	280
Соколов П. С., Попов Д. И., Серкова Л. Е. Разработка научного стенда для исследования метода взаимной нагрузки для испытаний асинхронных двигателей.....	287

Степанов В. Е. Некоторые аспекты правового регулирования деятельности авторитарных политических режимов.....	293
Тарута В. Ф., Милютин Л. В., Глухова М. В. Анализ причин перерасхода топлива тепловозами 2ТЭ116У в эксплуатации	299
Терещенко А. А., Кокшаров А. В., МIRONENKO Е. Н. Актуальные вопросы реализации спортивно-массовой работы среди обучающихся начальных курсов в ОмГУПСЕ	307
Трещева О. Л., Кокшаров А. В. Современное состояние проблемы развития физических качеств студентов вузов.....	312
Полозкова А. А., Финиченко А. Ю. Определение выработки тепловой энергии солнечного коллектора в условиях Сибирского региона.....	319
Харламов В. В., Найдено С. Н., Москалев Ю. В. Определение влияния режимов работы тягового двигателя постоянного тока карьерного самосвала на процесс коммутации	329
Хусаинов Е. К. Анализ осциллограмм аварийных отключений быстродействующих выключателей тяговых подстанций постоянного тока.....	337
Хусаинов Е. К. Алгоритм реализации дистанционной защиты с адаптацией к тяговой нагрузке	342
Штраухман А. А. Подходы к созданию расчетной модели для оценки энергоэффективности тяги поездов.....	351
Бунькова Т. Г., Яковлев Д. Ю., Ворошнев Е. С. Сравнение технико-эксплуатационных свойств литых и катаных колес	356
Гольяпина И. Ю., Фоменко В. К., Rogoznaya A. O. Нормативно-правовое регулирование порядка проведения экспертизы при перемещении культурных ценностей через таможенную границу ЕАЭС	363
Каштанов А. Л., Никифоров М. М., Плотников Ю. В. Интеллектуальная система резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока	370
Клюка В. П., Кирпиченко Е. М., Мосол С. А. Использование в учебном процессе электрифицированных стендов - наглядных пособий как средства передачи информации.....	376
Куандыкова А. А. Перспективные варианты повышения топливной эффективности в системе теплоснабжения.....	386
Незевак В. Л., Саркенов С. С. Влияние интервальной технологии следования электроподвижного состава на потери электроэнергии при изменении режимов питания	396
Нефедченко А. Н., Кладов Э. В. Техника меткой стрельбы для сдачи норм ГТО.....	403
Переpletкин А. Ю., Клименко А. А. Силовая подготовка в гиревом спорте средствами силового троеборья (пауэрлифтинг).....	409
Шкодун П. К., Шестаков И. В., Галеев А. Д., Романов М. С. Модификация устройства диагностирования состояния электрической изоляции якорных обмоток тяговых электродвигателей методом волнового отклика	415
Шкодун П. К., Огневский А. С. Разработка критерия коммутационной устойчивости машин постоянного тока в переходных режимах работы.....	421
Шпалтаков В. П. Проект проблемного преподавания экономики в вузе	427
Штиб А. В., Ведрученко В. Р. Выбор метода и средств измерений высоких давлений при испытании среднеоборотных судовых и тепловозных дизелей на стенде	432

**А. Ю. Тэттер, Ю. В. Калина, А. А. Коновальчук,
Л. В. Абрамчикова, К. А. Ращупкин**

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРОБЛЕМЫ РАСШИРЕНИЯ ЭКСПОРТА ОБРАЗОВАНИЯ

В статье приведены основные задачи и проблемы экспорта российского образования на примере ОмГУПСа, также рекомендации по их решению.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, обучение, экспорт образования, иностранный, студент.

**Alexander Y. Tetter, Yulia V. Kalina, Alexandra A. Konovalchuk,
Larisa V. Abramchikova, Kirill A. Rashchupkin**

Omsk State Transport University, Omsk, the Russian Federation

CHALLENGES IN EXPANSION OF EDUCATION EXPORT

The article considers the main objectives and challenges of the expansion of education export by the example of OSTU as well as the recommendations for solving them.

Keywords: railway transport, education, education export, international, student.

Программа увеличения числа иностранных граждан, обучающихся в Российских транспортных образовательных организациях высшего образования, и реализации комплекса мер по трудоустройству лучших из них в Российской Федерации, утвержденная министром транспорта Российской Федерации Е.И. Дитрихом 23 июля 2019, определила задачи, поставленные перед вузами:

- Увеличение объёма внебюджетных средств, полученных от экспорта образовательных услуг и НИОКР из иностранных источников в 2024 г. в 1,5 раза по сравнению с 2017 г.
- Создание и актуализация презентационных и печатных материалов о ВУЗе на иностранных языках для распространения на международных мероприятиях и выставках.
- Продвижение информации об университете в мировом информационном пространстве через СМИ, сайты, социальные сети.
- Организация летних и зимних школ для иностранцев.

- Увеличение количества программ двойного диплома для обучения иностранных студентов.
- Организация курсов по совершенствованию уровня владения иностранными языками для ППС и ключевого административного персонала.
- Разработка и реализация образовательных программ на английском и других иностранных языках.
- Развитие онлайн-образования для иностранцев.
- Подготовка материалов для единого иноязычного портала российского транспортного образования.
- Обеспечение комфортного пребывания иностранных студентов на территории университета.
- Организация мероприятий, направленных на повышение уровня межнациональной и межконфессиональной толерантности, а также на адаптацию и интеграцию иностранных студентов в России.
- Активное взаимодействие с иностранными выпускниками.
- Решение вопросов организации практического обучения иностранных студентов на российских предприятиях.
- Повышение квалификации сотрудников международных служб.

Ведущие специалисты в области международного сотрудничества Российского университета Дружбы Народов, Центра компетенций по подготовке и повышению квалификации сотрудников международных отделов ВУЗов Российской академии народного хозяйства и государственной службы совместно с Главэкспертцентром в ноябре 2019 г. в рамках Федерального проекта «Экспорт образования» предложили ряд рекомендаций ВУЗам по расширению экспорта образования:

Инструменты, способствующие расширению экспорта образования

- Развитие международных компетенций ППС, в том числе языковых.
- Реализация совместных с зарубежными вузами образовательных проектов.
- Реализация совместных исследовательских программ.
- Сотрудничество с международными экспертами в области образования и науки.
- Участие в международных профессиональных сообществах и ассоциациях.
- Международная аккредитация образовательных программ.
- Международная сертификация качества образовательных программ.
- Участие вуза в международных рейтингах.

Инструменты привлечения зарубежных абитуриентов

- Активная информационно-рекламная политика:
 - участие в международных выставках-ярмарках;
 - статьи и реклама в зарубежных СМИ;
 - присутствие в социальных сетях;
 - видеофильмы о ВУЗе на иностранных языках;
 - информация о ВУЗе на сайтах представительств Россотрудничества.
- Проведение Олимпиад за рубежом.
- Создание волонтерских команд из выпускников.
- Работа с рекрутинговыми агентствами.
- Обеспечение трудоустройства выпускников.

Механизмы удержания зарубежных студентов

- Обеспечение качества образования.
- Увеличение количества программ двойных дипломов.
- Увеличение количества программ на иностранных языках.
- Развитие системы стипендий, грантов, скидок.
- Формирование поликультурной и полиязычной среды.
- Совершенствование инфраструктуры кампуса.
- Формирование комфортной академической среды.
- Расширение сервисов по адаптации иностранных студентов.

Механизмы взаимодействия с выпускниками

- Поддержка и создание ассоциаций выпускников
- Создание профессиональных сообществ выпускников
- Поддержка и совершенствование информационно-коммуникационного

взаимодействия с выпускниками (база данных, сайт, социальные сети)

- Развитие единой сети выпускников
- Вовлечение выпускников в научно-образовательное сотрудничество
- Организация совместной с выпускниками проектной деятельности по

различным направлениям

- Развитие системы поощрений выпускников
- Учреждение дня выпускника

Содействие трудоустройству зарубежных выпускников на родине

Необходимо решение задач:

- Продвижение бренда университета среди работодателей, ассоциаций выпускников и зарубежных вузов-партнёров через форумы, конференции, круглые столы, выставки, социальные сети, печатные и электронные СМИ, информационные печатные материалы.

- Выявление и реализация востребованных за рубежом образовательных программ, отвечающих текущим потребностям работодателей.

Подводя итог этим рекомендациям, можно отметить, что для обеспечения устойчивого приема иностранных граждан необходимо реализовать:

- ИНФОРМИРОВАННОСТЬ абитуриентов;
- УЗНАВАЕМОСТЬ университета;
- ПРИЗНАНИЕ его уровня и достижений, т.е. наличие сформированного имиджа успешного вуза.

Некоторые из этих рекомендаций учтены в разделе «Международная деятельность» Программы развития университета на 2019-2024 годы:

Для обеспечения запланированного приема иностранных граждан будет осуществлено регулярное участие в образовательных выставках и проведение репетиционных вступительных испытаний в Таджикистане, Туркмении, Казахстане, Киргизии, Узбекистане.

Регулярное участие сотрудников университета в зарубежных научных форумах, конференциях, выставках приведет к установлению научных связей с зарубежными коллегами, которое послужит основой выполнения совместных научных проектов и публикации их результатов в признанных международных изданиях.

Участие в работе Ассоциации международных отделов высших учебных заведений, начатое в 2000 г., позволит сохранить и развить связи с вузами Запада.

Международная аккредитация образовательных программ железнодорожных специальностей с участием ОСЖД позволит повысить престиж ОмГУПС на международной арене.

Участие в работе Ассоциации ректоров транспортных вузов БРИКС с целью реализации международных договоров между Россией и странами БРИКС в области образовательной и научной деятельности в сфере транспорта позволит повысить рейтинг ОмГУПС на международном рынке образования и расширить экспорт образовательных услуг.

Будут расширены контакты с китайскими коллегами, станут регулярными поездки сотрудников ОмГУПС в вузы-партнеры Китая на конференции, форумы, стажировки, начнется обучение их студентов и преподавателей русскому языку, преподавание специальных дисциплин в вузах-партнерах Китая (г. Баотоу, Саньмэнься, Ухань). Развитие сотрудничества с вузами Китая в перспективе приведет к значительному росту обучающихся в ОмГУПС граждан Китая.

Участие ОмГУПС в работе Международной ассоциации транспортных университетов Азиатско-Тихоокеанского региона, начатое в 2009 г., будет

способствовать совершенствованию подготовки кадров в сфере железнодорожного транспорта, созданию и реализации интеллектуальных продуктов и услуг, объединению научного и образовательного потенциала с вузами Ассоциации.

Недостаточное финансирование участия в зарубежных образовательных выставках-ярмарках и выездных профориентационных мероприятиях привело к тому, что в 2019 г. в бакалавриат и специалитет было принято только два гражданина Монголии, один гражданин Таджикистана, восемь граждан Узбекистана и ни одного гражданина Киргизии, Туркменистана, а также снизился прием из Казахстана.

По данным опроса 80 000 зарубежных абитуриентов, проведенного в 2019 году Агентством по сотрудничеству в образовании, 44% опрошенных узнали о проведении набора на обучение в российских вузах из Интернета, 33% – в представительствах Россотрудничества, 10% – от друзей.

Поэтому для бесплатного информирования потенциальных зарубежных абитуриентов о возможностях обучения в ОмГУПСе необходимо шире использовать российские сайты, ориентированные на иностранных граждан. В первую очередь – сайты Россотрудничества – Федерального агентства по делам Содружества Независимых Государств, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству и его представительств в зарубежных странах. Как правило, эти сайты выполнены на русском языке и языке той страны, где размещено представительство.

В 2019 г. управление международных связей по согласованию с Управлением реализации проектов в сфере образования и науки Россотрудничества разместило информацию о планируемой в 2020 г. в ОмГУПСе летней школе русского языка в Австрии и Германии (на русском и немецком языках), Индии (на русском и английском), Китае (на русском и китайском), в Монголии (на русском и монгольском), Казахстане, Киргизии, Таджикистане, Узбекистане, а также направило в эти представительства информационные материалы для абитуриентов.

Информация о направлениях и специальностях, на которые ОмГУПС по согласованию с Федеральным агентством железнодорожного транспорта готов в 2020 г. принять зарубежных абитуриентов на обучение в пределах квоты, установленной постановлением Правительства Российской Федерации от 8 октября 2013 г., также бесплатно размещена на русском и английском языках на следующих сайтах:

<http://www.russia.edu.ru/> – «Образование в России для иностранных граждан»;

<https://russia.study/> – «Учись в России» – официальный сайт для отбора иностранных граждан на обучение в России;

<https://ru.sputnik.md/world/20160919/8620884.html> – проект «Лучшие университеты России: выбери свой»;

<https://hedclub.com/> – медиаплатформа «*Higher Education Discovery*».

Мы рассчитываем, что предпринятые меры по информированию зарубежных граждан о возможностях обучения в ОмГУПСе позволят сформировать планируемый контингент учащихся летней школы русского языка и увеличить число иностранных студентов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тэттер Александр Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Кандидат технических наук, начальник
управления международных связей,
Доцент кафедры «Теоретическая
электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-20-17.

E-mail: ums@omgups.ru

Калина Юлия Валерьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Начальник отдела международных проектов
Управление международных связей ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-20-17

E-mail: KalinaUV@omgups.ru

ums@omgups.ru

Коновальчук Александра Алексеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Начальник отдела по работе с иностранными
обучающимися, Управление международных
связей ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-20-17

E-mail: KonovalchukAA@omgups.ru

ums@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tetter Alexander Yuryevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.

Candidate of Technical Science

Head of the Department of International
Relations, Associate Professor at the Department
of «Theoretical electric engineering» OSTU.

Phone: (3812) 53-20-17.

E-mail: ums@omgups.ru

Kalina Yulia Valeryevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.

Head of the International Projects Section
Department of International Relations OSTU.

Phone: (3812) 53-20-17.

E-mail: KalinaUV@omgups.ru

ums@omgups.ru

Konovalchuk Alexandra Alexeevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.

Head of the International Students Section
Department of International Relations OSTU.

Phone: (3812) 53-20-17.

E-mail: KonovalchukAA@omgups.ru

ums@omgups.ru

Абрамчикова Лариса Владимировна
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Специалист по учебно-методической работе
Управления международных связей ОмГУПС.
Тел.: (3812) 53-20-17.
E-mail: AbramchikovaLV@omgups.ru
ums@omgups.ru

Abramchikova Larisa Vladimirovna
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Specialist at the Department of International
Relations OSTU.
Phone: (3812) 53-20-17.
E-mail: AbramchikovaLV@omgups.ru
ums@omgups.ru

Рашчупкин Кирилл Александрович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Специалист по учебно-методической работе
отдела по работе с иностранными
обучающимися Управление международных
связей ОмГУПС.
Тел.: (3812) 53-20-17.
E-mail: RashchupkinKA@omgups.ru
ums@omgups.ru

Rashchupkin Kirill Alexandrovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Specialist at the International Students Section
Department of International Relations OSTU.
Phone: (3812) 53-20-17.
E-mail: RashchupkinKA@omgups.ru
ums@omgups.ru

УДК 621.31

М. М. Никифоров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В статье представлены передовые технологии повышения эффективности эксплуатации системы тягового электроснабжения. Некоторые из них уже находятся в опытной эксплуатации. Для этих технологий предложены направления по улучшению их эксплуатационных характеристик и расширению функционала. По другим технологиям представлены результаты или направления расчета технико-экономических показателей для оценки целесообразности их внедрения. Дана экспертная оценка объемов применения рассмотренных технологий на сети железных дорог.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, эффективность эксплуатации, накопитель электроэнергии, снижение потерь электроэнергии, диагностика

Michail M. Nikiforov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF INCREASING EFFICIENCY OF OPERATION THE POWER SUPPLY SYSTEM OF ELECTRIC TRACTION

The article presents advanced technologies to improve the efficiency of operation of the traction power supply system. Some of them are already in trial operation. For these technologies, directions are proposed for improving their operational characteristics and expanding functionality. For other technologies, the results or directions of the calculation of technical and economic indicators are presented to assess the feasibility of their implementation. An expert assessment of the volume of application of the considered technologies on the railway network is given.

Keywords: traction power supply system, operational efficiency, power storage device, reduction of energy losses, diagnostics.

В ходе проведения работ по энергетическому обследованию в 2011, 2012 годах была дана оценка потенциала повышения энергетической эффективности системы тягового электроснабжения [1]. Проведенные за прошедший период времени научные исследования в области повышения эффективности эксплуатации системы тягового электроснабжения (СТЭ) позволяют разработанный ранее перечень мероприятий дополнить следующими техническими средствами.

1. Накопители электроэнергии для системы тягового электроснабжения постоянного тока

На XXIII Петербургском международном экономическом форуме ОАО «Российские железные дороги» заключило соглашение о сотрудничестве с ОАО «Роснано» и компанией ENEL (Италия), которую в России представляет ООО «Русэнергосбыт», по разработке и внедрению первого на сети железных дорог Российской Федерации накопителя электроэнергии на литий-ионных батареях. Специалисты Омского государственного университета путей сообщения принимают участие в данном проекте на стадиях имитационного моделирования рассматриваемого участка, определении необходимых и достаточных технических характеристик накопителя и предварительной технико-экономической оценке реализации проекта.

В качестве полигона для опытного внедрения был выбран участок Волховстрой – Бабаево Октябрьской железной дороги. На данном участке

обращаются поезда весом 6 000 и 9 000 т с межпоездными интервалами соответственно 9 и 13 мин в нечетном направлении и 4500 т в четном. Размеры движения составляют около 80 пар поездов в сутки, количество поездов массой 9000 т составляет в среднем около 15.

Проведенные ранее теоретические и экспериментальные исследования показали, что наиболее рациональным местом установки накопителей электроэнергии в СТЭ являются посты секционирования [2, 3]. В этом случае работа накопителя обеспечивает повышение уровня напряжения в тяговой сети в моменты наибольшей загрузки СТЭ, что обеспечивает увеличение пропускной способности участка по оборудованию хозяйства электроснабжения. Кроме того, установка накопителя электроэнергии может обеспечить улучшение условий для применения рекуперативного торможения в границах соответствующей межподстанционной зоны.

По результатам имитационного моделирования рассматриваемого участка выявлены три лимитирующие по условиям тягового электроснабжения межподстанционные зоны: Бабаево – Тешемля; Заборье – Ефимовская; Ефимовская – Пикалево, на которых наблюдается минимальное напряжение на токоприемнике локомотивов.

Накопитель состоит из преобразовательно-управляющего модуля и нескольких аккумуляторных модулей, число которых определяется необходимой энергоемкостью и мощностью. По результатам расчетов определено, что для рассматриваемого участка номинальная мощность накопителя составляет не менее 3,0 МВт при номинальной энергоемкости не менее 1,6 МВт·ч и напряжении стабилизации (включения накопителя) 3000 В.

Оценка технико-экономической эффективности установки накопителя для рассматриваемого участка Волховстрой – Бабаево показала, что снижение межпоездного интервала на две минуты по сравнению с существующим значением обеспечивает увеличение размеров движения поездов на 8 пар в сутки, что обеспечивает прирост грузооборота на участке 2 106 104 ткм брутто, а экономический эффект составит 3 723,1 млн в год в ценах 2019 года.

Тогда с учетом равномерного прироста (по одной паре поездов в год) накопленный дисконтированный приток денежных средств за расчетный период 10 лет при внедрении трех накопителей электроэнергии составит 12,9 млрд руб. В рамках подписанного соглашения на 2020 год запланирована установка одного накопителя – демонстратора технологии – на Октябрьской железной дороге. Также в 2020 году планируется выполнение предпроектного обследования и определения технических характеристик накопителя

электроэнергии для установки в одной из лимитирующих межподстанционных зон на полигоне Куйбышевской железной дороги.

Перспективный объем внедрения накопителей электроэнергии для усиления системы тягового электроснабжения постоянного тока может исчисляться сотнями штук.

2. Токоограничивающие устройства на основе высокотемпературной сверхпроводимости для тяговых подстанций постоянного тока

В настоящее время на тяговых подстанциях постоянного тока применяются сглаживающие реакторы типов РБФА-У-6500/3250, РФОСА-6500/5-3 У2, РЖФА-6500. Все они обладают индуктивностью около 5 мГн. В зависимости от схемы сглаживающего устройства и объема отпуска электроэнергии на тягу поездов по тяговой подстанции потери в реакторах изменяются в диапазоне от 0,02 % до 0,35 % [4, 5].

В 2019 году специалисты Омского государственного университета путей сообщения по заказу ЗАО «СуперОкс» (г. Москва) выполнили расчет технико-экономического обоснования применения на сети железных дорог постоянного тока токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП ТОУ). Внешний вид РФОСА-6500 и ВТСП ТОУ приведен на рис. 1.



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид:
а) РФОСА-6500; б) ВТСП ТОУ

ВТСП ТОУ является полностью автоматическим устройством, не требующим вмешательства оперативного персонала тяговой подстанции в любых режимах работы. Устройство оснащено встроенной системой контроля технологических параметров работы. При выходе технологических параметров работы устройства за установленные допустимые пределы система управления формирует предупредительную сигнализацию (с возможностью передачи сигнала на щит управления тяговой подстанции), а при значительном отклонении – автоматически формирует команду на отключение питающего выключателя подстанции.

Принцип действия ВТСП ТОУ основан на нелинейной характеристике его сопротивления, когда при протекающем токе менее 8 кА активное сопротивление стремится к нулю, а при токе более 8 кА активное сопротивление устройства составляет 0,9 Ом. Переход ВТСП ТОУ из сверхпроводящего в резистивное состояние происходит в течение 1 – 3 мс.

Проведенное сравнение применяемых в настоящее время на тяговых подстанциях сглаживающих реакторов и ВТСП ТОУ показало, что к преимуществам ВТСП ТОУ перед аналогами можно отнести [6]:

- пониженный расход электроэнергии ВТСП ТОУ по сравнению с потерями электроэнергии в реакторах;
- значительно меньшие массогабаритные показатели и, как следствие, значительно меньшая площадь реакторных помещений;
- улучшение электромагнитной обстановки рядом с местом ВТСП ТОУ по сравнению с установкой реактора.

Расчеты показали, что при строительстве новых тяговых подстанций постоянного тока с планируемым уровнем годовой переработки электроэнергии на тягу поездов 35 млн кВт·ч в год и выше применение ВТСП ТОУ более целесообразно по сравнению с РФОСА-6500/5-3 У2. При этом обеспечивается уменьшение годового потребления на собственные нужды ВТСП ТОУ по сравнению с потерями электроэнергии в реакторе РФОСА-6500/5-3 У2.

По экспертной оценке перспективный объем внедрения ВТСП ТОУ на вновь строящихся и капитально ремонтируемых тяговых подстанциях постоянного тока может достигать нескольких десятков единиц на протяжении 10 лет.

3. Интеллектуальная система резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока

Как известно, на тяговых подстанциях постоянного тока в большинстве случаев установлено по два преобразовательных агрегата. Обычно один из

агрегатов выступает в качестве рабочего, а второй – в качестве резервного. Однако, в связи с увеличением случаев прохождения длинносоставных и тяжеловесных поездов, повышением единичной мощности электровозов, а также организацией пакетного пропуска поездов один преобразовательный агрегат не всегда может полностью обеспечить пропускную способность на участке и тогда подключается резервный агрегат. Во многих случаях после снижения пиковой нагрузки второй агрегат из работы не выводится. При этом возникают дополнительные нерациональные потери холостого хода в тяговых трансформаторах и выпрямителях.

Интеллектуальная система автоматического резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока обеспечивает автоматическое определение необходимости включения-отключения резервного преобразовательного агрегата с целью обеспечения оптимального уровня потерь электроэнергии и обеспечения бесперебойного пропуска поездов. Кроме того, в системе установлена защита, обеспечивающая снижение бросков тока намагничивания и возникновения провалов напряжения при подключении резервного агрегата [7].

В 2019 году в Омскую дистанцию электроснабжения Западно-Сибирской дирекции по энергообеспечению – филиала «Трансэнерго» в опытную эксплуатацию было передано шесть систем. Ожидаемое снижение потерь электроэнергии в преобразовательных агрегатах составляет около 120 тыс. кВт·ч в год на одну тяговую подстанцию, а срок окупаемости 1,5 – 2 года в зависимости от неравномерности тяговой нагрузки.

На 2020 год планируется дальнейшее внедрение интеллектуальных систем в границах Западно-Сибирской и Куйбышевской железных дорог, а также разработка расширенной версии для тяговых подстанций с тремя преобразовательными агрегатами.

Перспективный объем внедрения интеллектуальной системы автоматического резервирования мощности на сети железных дорог постоянного тока может достигать 500 и более.

4. Система мониторинга состояния диодов преобразовательных агрегатов тяговых подстанций постоянного тока

На сети железных дорог постоянного тока эксплуатируется более 2000 выпрямительных агрегатов. Надежность работы полупроводникового выпрямителя напрямую связана с состоянием силовых диодов, входящих в его состав. Основным, а для современных силовых диодов единственным, диагностируемым параметром является значение обратного импульсного тока.

Для диагностирования силовых диодов в соответствии с требованиями ГОСТ 24461-80 [8] в разное время были разработаны несколько устройств, из которых наиболее перспективным для решения поставленной задачи является прибор для измерения импульсных обратных токов (ПОИТ), разработанный в 2006 г. совместно специалистами Омского государственного университета путей сообщения и Дорожной электротехнической лаборатории Западно-Сибирской железной дороги [9]. Общий вид прибора приведен на рис. 2.



Рисунок 2 – Прибор для измерения импульсных обратных токов

Прибор предназначен для определения состояния силовых диодов перед вводом выпрямительных агрегатов в эксплуатацию и при периодическом текущем ремонте путем формирования обратного однополупериодного импульсного напряжения на выходе устройства и измерения обратного импульсного тока силового диода. Прибор создан на микроэлектронной элементной базе, имеет наибольшие габариты и массу до 5 кг.

ПОИТ позволяет оперативно выявить некачественные силовые компоненты, спрогнозировать их возможные отказы, выбрать оптимальные коэффициенты загрузки преобразовательных агрегатов, и тем самым существенно повысить надежность работы системы тягового электроснабжения на электрифицированных участках железных дорог постоянного тока.

К недостаткам прибора следует отнести невозможность формирования электронного отчета о проведенных измерениях.

На 2020 год на базе технологий, реализованных в ПОИТ, запланирована разработка системы мониторинга состояния силовых диодов преобразовательных агрегатов тяговых подстанций постоянного тока, включающую в себя переносное устройство, аналогичное ПОИТ, которое сможет формировать в электронном виде отчет о проведенной диагностике силовых вентилях, а также электронную базу данных, которая обеспечит

мониторинг состояния силовых вентилях и прогноз его ухудшения с учетом наработки по времени и расходу электроэнергии на тягу поездов по тяговым подстанциям, что обеспечит повышение эксплуатационной надежности системы тягового электроснабжения в целом.

Потребность в доработанной установке ПОИТ на сети железных дорог составляет более 100 приборов – по одному в каждую дистанцию электроснабжения постоянного тока.

5. Контактный провод на основе сплава медь-ниобий для высокоскоростной контактной сети

Для применения в составе контактной сети для высокоскоростной железной дороги на скоростях 350 – 400 км/ч в АО «Высokотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» разработан композитный контактный провод на основе сплава медь-ниобий (КП CuNb) повышенными характеристиками прочности и электропроводности.

Провод содержит продольно расположенные элементы, в каждом из которых расположены в медной матрице равномерно распределенные, вытянутые вдоль продольной оси провода ленточные волокна ниобия, не образующие с медью интерметаллических соединений. Толщина ленты ленточного волокна ниобия находится в интервале от 20 до 1000 нм. Расстояния между волокнами в поперечном сечении элемента составляют от 10 до 1000 нм. Также провод содержит, по крайней мере, одну непрерывную по всей длине провода высокоэлектропроводную продольно расположенную вставку из высокочистой меди, каждая из которых имеет в поперечном сечении размер не менее 300 мкм, и наружную оболочку из меди. Общий вид КП CuNb представлен на рис. 3.

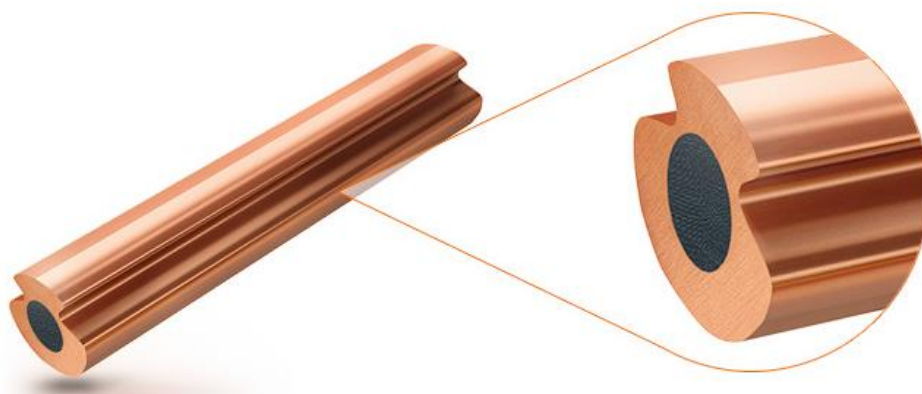


Рисунок 3 – Общий вид контактного провода из нанокompозитного сплава ниобиевой меди

Потребность в разработке КП CuNb с улучшенными характеристиками прочности и износостойкости обусловлена задачей импортозамещения. К тому же при разработке данной технологии достигнут существенный прогресс в увеличении электропроводности провода по сравнению с отечественными и импортными аналогами.

Продукция по своим техническим характеристикам не имеет прямых аналогов и представляет собой композиционный провод, специально разработанный для применения в качестве контактных проводов для высокоскоростных магистралей с предельно высокими скоростями движения до 400 км/час и более.

Наиболее близкими аналогами, приближающимися по своим эксплуатационным свойствам к предлагаемой продукции, являются контактные провода на основе бронзовых сплавов Cu-Mg, производимые ведущими мировыми производителями NKT; Lamifil; Isodraht и Cu-Cr-Zr, производимых в Китае и Японии.

В настоящее время специалисты Омского государственного университета путей сообщения ведут работы по определению технико-экономических показателей с целью оценки целесообразности применения КП CuNb в составе контактной сети ВСМ-400.

При этом в качестве эталонного образца принят бронзовый контактный провод марки БрФ-150. А медный контактный провод на основе сплава CuNb имеет сечение 120 мм².

Следует отметить, что проводимость КП CuNb составляет 85,3 % от чистой меди, а у бронзового провода этот показатель не превышает 77,3 %.

Оценка производится как по прочностным характеристикам, качеству токосъема и ресурсным показателям, так и путем оценки потерь электроэнергии в контактной сети при применении различных контактных проводов.

Рассматриваемый контактный провод на основе сплава медь-ниобий при организации его выпуска в промышленных масштабах и соответствующего снижения себестоимости производства и рыночной стоимости может найти применение не только на скоростных и высокоскоростных магистральных, но и на наиболее грузонапряженных участках постоянного тока с повышенным износом и потерями электроэнергии в контактной сети.

Заключение.

Представленные в статье оборудование и технологии еще не нашли широкого распространения на сети железных дорог или даже вообще еще не

разу не были внедрены. При этом себестоимость производства опытных партий и экземпляров безусловно существенно выше, чем при крупномасштабном внедрении.

Проводимые в ОмГУПСе исследования по оценке технико-экономической целесообразности применения данных технологий позволяют определить критическую стоимость продукции, дать рекомендации по возможным местам внедрения, а также подсказать производителям направления по дальнейшему совершенствованию предлагаемых ими технологий.

Список литературы

1. Черемисин, В. Т. Оценка потенциала повышения энергетической эффективности системы тягового электроснабжения / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров // «Известия Транссиба» Научно-технический журнал / Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2013. – № 2 (14). – С. 75 – 84.
2. Совершенствование системы тягового электроснабжения постоянного тока с накопителями электрической энергии на полигонах обращения тяжеловесных поездов: научная монография / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин / Омск, 2018. – 282 с.
3. Никифоров, М. М. Повышение энергетической эффективности Московского центрального кольца в условиях применения рекуперативного торможения и накопителей электрической энергии / М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, О. А. Комякова // Материалы научной конференции, посвященной Дню Российской науки: «Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте» / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – С. 286 – 293.
4. Никифоров, М. М. Оценка технологических потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока / М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм, А. В. Язов // Инновационные проекты и новые технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы науч.-практич. конф., посвященной Дню Российской науки / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – С. 40 – 45.
5. Cheremisin, V. T. Assessment of train traction electric energy losses / V. T. Cheremisin, M. M. Nikiforov, S. Y. Ushakov // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602528.

6. Каштанов, А. Л. Применение токоограничивающего устройства на основе высокотемпературной сверхпроводимости для тяговых подстанций постоянного тока / А. Л. Каштанов, М. М. Никифоров, Д. А. Горбунова, М. Г. Медовик // Транспорт Урала, 2019. № 3(62). С. 74 – 79.

7. Карабанов М. А. Снижение величины броска тока включения преобразовательных агрегатов на тяговых подстанциях железнодорожного транспорта / М. А. Карабанов, В. А. Кващук, Н. М. Лапенко // Транспорт Урала. – 2011. – № 2 (29). – С. 82 – 86.

8. ГОСТ 24461-80. Приборы полупроводниковые силовые. Методы измерений и испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.

9. Салита, Е. Ю. Прибор для диагностирования силовых вентилях преобразователей тяговых подстанций / Е. Ю. Салита [и др.] // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщ., 2013. – С. 69 – 75.

10. Композитный контактный провод / Панцырный В. И., Хлебова Н. Е., Беляков Н. А., Сергеев В. В. // Патент на изобретение RU 2703564, 21.10.2019. Заявка № 2018133106 от 18.09.2018.

11. Улучшение трибологических свойств контактных проводов нового поколения, содержащих наноструктурные CU-NB компоненты / В. И. Панцырный [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы. – 2016. – № 1 (84). – С. 84 – 96.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Никифоров Михаил Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, заместитель директора научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nikiforov Michail Michailovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Ph.D in technical science.

Тел.: +7 (3812) 44-39-23.

E-mail: nikiforovmm@rambler.ru

И. Н. Сенин, Ю.А. Гудков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПОСЛАНИЯ ПРЕЗИДЕНТА РФ ФЕДЕРАЛЬНОМУ СОБРАНИЮ РФ

В статье проведен анализ правовых аспектов послания Президента РФ Федеральному Собранию РФ, относительно дальнейшего развития механизма российского государства, включая органы законодательной, исполнительной и судебной власти.

Ключевые слова: государство, право, общество, законодательная власть, исполнительная власть, судебная власть.

Igor N. Senin, Yuri A. Gudkov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

LEGAL ASPECTS OF THE ADDRESS OF THE PRESIDENT OF THE RUSSIAN FEDERATION TO FEDERAL ASSEMBLY OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article analyzed the legal aspects of the message of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of the Russian Federation, concerning the further development of the mechanism of the Russian state, including the bodies of legislative, executive and judicial power.

Keywords: state, law, society, legislative power, executive power, judicial power.

Российская цивилизация на протяжении своего исторического существования, включая и настоящее время, постоянно сталкивалась и сталкивается с многочисленными экономическими, геополитическими, идеологическими, информационными и прочими вызовами, ставящими под угрозу само ее существование. Такое положение может быть объяснено, прежде всего, разнонаправленностью векторов развития Российской и Западноевропейской цивилизаций.

Если называть вещи своими именами, то «коллективный Запад» на протяжении веков стремится к уничтожению России, которую воспринимает, единственно, как конкурента и соперника. Что касается России, то для нее характерно двойственное отношение к западноевропейской цивилизации,

сочетающее признание достижений Запада в науке, технике, развитии политических свобод, с неприятием его отхода от духовности.

Если Запад отдает приоритет экономическому росту и укреплению правовой регламентации общественной жизни, то Россия, не отрицая ни роли экономики, ни права, обращается, прежде всего, к культурным, моральным и духовным ценностям.

Безусловно, России необходима модернизация, но осуществляться она должна никак не путем утраты самобытности. И это нужно учитывать при выработке любой программы реформирования страны.

12 декабря 1993 года, после распада СССР, была принята, ныне действующая Конституция РФ [1]. Началось формирование новой системы государственного управления. Главным направлением государственного строительства стало создание, так называемого, правового государства. Идея правового государства вовсе не российское изобретение, а скорее дань западной идеологии, начавшей активное наступление на российскую цивилизацию, сдававшую одна за другой свои позиции.

В настоящее время становится ясно, что данная Конституция во многом не отвечает реалиям сегодняшнего дня и сама нуждается, если не в замене, то, по крайней мере, в серьезном реформировании.

Этим вопросам было посвящено послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию, с которым он выступил 15 января 2020 года [2]. В своем послании Президент России анонсировал конституционную реформу, сформулировал основные приоритеты России в демографической, политической, социальной и правовой сферах.

В этот же день, в соответствии с пунктом «в» статьи 83 и частью второй статьи 117 Конституции Российской Федерации был подписан указ об отставке правительства.

В ходе послания Федеральному собранию, В. Путин рассказал о возможных поправках в Конституцию. В частности, он считает необходимым ее приоритет над требованиями международного законодательства, когда руководство страны, а соответственно вся страна не обладают полным суверенитетом. Он предложил воспроизвести позицию Конституционного суда, которая уже несколько лет интегрирована в российскую правовую систему, о том, что главным документом является Конституция, а не международные обязательства России.

В любом случае, ограничение роли международного права будет с удовольствием встречено патриотично настроенной аудиторией.

Но не стоит забывать, что Европейский суд по правам человека является последним шансом для тех россиян, которые не могут защитить свои права и интересы.

Пока что Конституционный суд весьма осторожен в опротестовании решений Страсбургского суда, но если эта норма будет зафиксирована в Конституции, то его амбиции могут вырасти.

Также Президент РФ обозначил следующую проблему: политическая элита (смотри список чиновников и депутатов, имеющих двойное гражданство в доступных интернет-ресурсах и СМИ), начиная от самых верхов, никак не ассоциирует себя и своих потомков с Россией. Большинство детей нынешних лидеров проживают в наиболее богатых странах. Соответственно утрачивается стимул у сегодняшнего руководства страны в развитии всех сфер экономики государства и повышении благосостояния его населения. Кроме того, этот факт сам по себе является объяснением гигантских сумм, выводимых за рубеж. По сути, элита понимает, что рано или поздно за это придется нести ответственность, поэтому создание материальной базы за рубежом - есть цель существующей элиты.

В своем Послании Федеральному Собранию В. Путин предложил внести ряд поправок в Конституцию, которые меняют механизм формирования правительства. В частности, глава государства предложил на Конституционном уровне запретить иметь иностранное гражданство или вид на жительство главам субъектов России, членам Совета Федерации, депутатам Госдумы, членам правительства и судьям.

Помимо этого, В. Путин считает, что необходимо закрепить ценз оседлости для кандидатов в президенты – 25 лет проживания на территории России, а также запрет баллотироваться тем, у кого есть или было иностранное гражданство. С чем авторы полностью согласны.

Еще один вопрос – это единая система публичной власти, которая будет включать в себя и местное самоуправление, полномочия которого предлагается расширить. Но сохранится ли его самостоятельность от исполнительной власти, предусмотренная и Конституцией, и международно-правовым документом – Европейской хартией местного самоуправления? Ответ на этот вопрос станет известен после появления текста конституционных поправок.

Также глава государства констатировал: Россия перестает быть суперпрезидентской республикой и становится просто президентской. На декабрьской пресс-конференции В. Путина возник вопрос о двух президентских сроках подряд. Теперь В. Путин выдвинул конкретные

инициативы и одновременно упомянул, что политическая система должна обеспечивать сменяемость тех, кто находится у власти. Соответственно, теперь Президент РФ не только сможет находиться у власти максимум 12 лет, но и должен поделиться прерогативами формирования правительства с парламентом. Будущий президент останется сильной фигурой, но полностью доминировать в политической системе не будет. Дума получит возможность утверждать кандидатуры вице-премьеров и министров. Полномочия Совета Федерации расширяются (Президент РФ будет советоваться с верхней палатой при назначениях в силовом блоке, кроме того, сенаторы смогут теперь увольнять судей).

Усилится роль Госсовета – теперь о нем будет упомянуто в Конституции РФ. Но Госсовет – это не парламент, его решения не имеют обязывающего характера. Так как в нем остаются губернаторы, он не может стать новой версией советского политбюро, высшего органа руководства страны, решения которого формально необязательны, а фактически подлежат неукоснительному исполнению. Политбюро — это узкий круг лидеров, а в Госсовет входят 85 губернаторов — много, чтобы реально определять политику страны. Может быть введена должность председателя Госсовета, который станет одним из высших чиновников страны.

Полагаем, что рассмотренные предложения по внесению изменений в действующую Конституцию РФ, в целом являются правильными, своевременными и нуждающимися во всестороннем обсуждении. Не случайно, В. Путин предложил выдвинуть их на всенародное голосование. Однако, на наш взгляд, обозначены далеко не все, нуждающиеся в решении, проблемы.

Обходится стороной жизненно важный для России вопрос о государственной идеологии. Так, в соответствие со ст. 13.2 действующей Конституции РФ 1993г., никакая идеология не может устанавливаться в качестве государственной или обязательной.

При подобном раскладе, даже речи не может идти о полном суверенитете государства. Ведь оно само отказалось от собственных духовных ценностей (идей), предпочтя им другие идеологии, в том числе, совершенно чуждые, навязанные, враждебные. А это чревато тем, что страна лишается возможности поступательного развития, так как не в состоянии видеть и ставить глобальные цели на долговременную перспективу. Она оказывается даже не в состоянии самоидентифицироваться и определять свое место в современном мировом сообществе. И таким образом, она раньше, или позже, обречена на распад. Вот такая «мина» заложена в нашем Основном Законе.

При этом, сказано, что Россия является правовым государством, однако не конкретизируется, что же под этим понимается. Правовое государство в научной литературе определяется как:

1) такая организация политической власти в стране, которая основана на верховенстве гуманного, справедливого закона, действует строго в определенных законом границах, обеспечивает социальную и правовую защищенность своих граждан;

2) форма осуществления народовластия, политическая организация граждан, действующая на основе права, инструмент защиты и обеспечения прав, свобод и обязанностей каждой личности [3, с. 182].

Однако, при всей притягательности данной идеи, не следует забывать, что не по форме, но по содержанию, она несет на себе отпечаток западной идеологии и западной трактовки, враждебной русскому духу. А потому, применительно к российской действительности, западная идея правового государства нуждается в значительной корректировке, применительно к российским духовным ценностям, составляющим содержание не западного, а нашего права. Только тогда она сможет стать для нас вполне приемлемой, пусть с их формой, но с нашим содержанием, отражающим наши духовные ценности, нашу национальную идею [4, с. 52].

Национальная идея может быть представлена как формула общественного самосознания, объединяющая народ, определяющая смысл его существования в прошлом, настоящем и будущем, показывающая его особое место в глобальном человеческом сообществе, дающая силу не только выживать, но и создавать собственную самобытную культуру, вершить историю. В условиях глобализации общества, именно наши цивилизационные принципы, основанные не на обогащении за счет других, а на справедливости и правде, единственные способны вывести всю мировую цивилизацию из тупика развития. Поэтому для современной России жизненно необходимо восстановить правду в истории, экономике, науке, культурном и информационном пространстве, а также справедливые механизмы социального устройства.

Если Западное право базируется исключительно на идее приоритета частной собственности и защите интересов ее обладателей, то российское право в качестве своей основы, принципиально отличной от Западной, напротив, должно базироваться на идеях социальной справедливости, взаимопомощи, сотрудничества, обеспечения общественной безопасности.

К построению в обозримом будущем правового государства, именно на

таких основах, мы и должны направить свои устремления и усилия.

И сегодня российское общество делает решительные шаги в этих направлениях.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации: Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. // Собрание законодательства РФ. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

2. Послание Владимира Путина Федеральному собранию (15 января 2020 года): официальные сетевые ресурсы Президента России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/62582> (дата обращения: 16.01.2020).

3. Кожевников, В.В. Теория государства и права: учеб.-нагляд. пособие: в 2 ч. Ч.1. / В. В. Кожевников. – Омск, 2001. – 182 с.

4. Сенин, И. Н. Перспективы развития российского государства и права в XXI веке: монография / И. Н. Сенин. – Москва: Издательство Директ-Медиа, 2020. – 102 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сенин Игорь Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат юридических наук, доцент кафедры «Таможенное дело и право» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-58-73.

E-mail: senin.ru@mail.ru

Гудков Юрий Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры «Таможенное дело и право» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 53-58-73.

E-mail: uelrjd1957@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Senin Igor Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

PhD in Juridical sciences, docent at the Department of «Customs matter ans law» OSTU.

Phone: (3812) 53-58-73.

E-mail: senin.ru@mail.ru

Gudkov Yury Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

PhD in Juridical sciences, Docent, docent at the Department of «Customs matter ans law» OSTU.

Phone: (3812) 53-58-73.

E-mail: uelrjd1957@mail.ru

Е. Ю. Легчилина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕНСИОННОЙ РЕФОРМЫ: ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

Настоящая статья посвящена теоретическим и методологическим аспектам трансформации системы социально-трудовых отношений в условиях пенсионной реформы. Предложена новая трактовка понятия социально-трудовых отношений как сети неоднородных, синергетических систем связей, формирующихся на основе обмена ценностей в трудовых процессах в рамках институциональной среды с возможностью трансформироваться. Автором предлагается методологию трансформации социально-трудовых отношений выстраивать на основе системно-аксиологического подхода, что позволяет осуществить анализ и моделирование процессов трансформации системы социально-трудовых отношений в условиях пенсионной реформы. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-010-00362.

Ключевые слова: трансформация социально-трудовых отношений, трудовые процессы, институциональное пространство, ценности.

Elena Yu Legchilina

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

TRANSFORMATION OF SOCIAL AND LABOR RELATIONS IN THE CONTEXT OF PENSION REFORM: THEORY AND METHODOLOGY

This article is devoted to the theoretical and methodological aspects of the transformation of the system of social and labor relations in the context of pension reform. A new interpretation of the concept of social and labor relations as a network of heterogeneous, synergetic systems of relations, which are formed on the basis of the exchange of values in labor processes within the institutional environment with the ability to transform. The author proposes to build a methodology for the transformation of social and labor relations on the basis of a system-axiological approach, which allows analysis and modeling of the processes of transformation of a system of social and labor relations in the context of a pension reform. The study was carried out with the financial support of the Russian Federal Property Fund in the framework of the scientific project No. 19-010-00362.

Keyword: transformation of social and labor relations, labor processes, classification of types of transformation of social and labor relations, institutional space, value space, values, the process of interaction (relations).

Актуальность темы исследования определяется необходимостью решения современных острейших социально-экономических проблем, связанных с институциональными изменениями в социальной и экономической сфере, в том числе в российской пенсионной системе, обуславливающих возникновению трансформационных процессов в социально-трудовых отношениях, что соответственно, по мнению автора данного исследования, влияет на развития экономики страны и повышения качество жизни населения.

Следует отметить, что в настоящее время в российском научном обществе активно обсуждают вопросы реформы пенсионного обеспечения, что связано, с нашей точки зрения, во-первых, с возрастающей ролью человеческого фактора в экономических процессах; во-вторых, технологический детерминизм привел к изменению содержания и структуры трудовой деятельности, трудовых процессов (рост доли и значения интеллектуального труда). Трансформируются отношения к труду (трудовые ценности [1] [2]) и отношения к персоналу (как к ресурсу и ценности компании). Данные тенденции способствовали распространению новых гибких форм социально-трудовых отношений (инсорсинга, аутсорсинга, фрилансинга, краудсорсинга), которые в большинстве своем носят характер гражданско-правовых договоров (где не прописано обязательность отчислений в пенсионный фонд) и соответственно это привело к значительному снижению числа плательщиков и объема пенсионных взносов, соответственно к ослаблению пенсионной системы; в-третьих, ежегодный рост уровня трудовых пенсий опережающий рост средней заработной платы и поступлений пенсионных взносов (будучи положительным фактором в повышении качества жизни пенсионеров), в четвертых - демографический переход, обусловленный увеличением продолжительности жизни населения, изменением их образа жизни, и связанное с этим старением населения, привели к росту количества граждан пенсионного возврата, что соответственно влияет долгосрочную устойчивость пенсионной системы. Соответственно актуализируется методологическая необходимость в общей целостном, непротиворечивом подходе к исследованию трансформации социально-трудовых отношений в условиях пенсионного обеспечения на основе баланса интересов участников трудовых отношений.

Многообразие исследований трансформации социально-трудовых отношений, определяется многоаспектностью и междисциплинарностью научных областей экономики труда, права, социологии, политологии, психологии и др, что предполагает разные объекты анализа, отражается в

различных подходах к сущности процесса трансформации трудовых отношений. Так, например, ряд российских ученых социологов (Т. И. Заславская [2]) выделяют понятие «социальная трансформация». Интересным представляется современная концепция процессов трансформации социально-трудовых отношений Т. А. Медведевой [4]: «ценности (смысл, идеи, убеждения) → содержание формы (правила, нормы, институты) → процесс (социальное научение)». По мнению Медведевой Т.А., социокультурные ценности субъектов трудовых отношений во многом определяют их экономический выбор, выступают основой для принятия решений, что находит отражение в формировании соответствующих правил, норм и ценностей социально-трудовой жизни», система социально-трудовых отношений трактуется, как «рефлексивная система» и участники СТО способны к «процессу реконцептуализации системы СТО» [4].

Целью настоящей статьи является формирование концептуальных основ (теоретических и методологических) трансформации социально-трудовых отношений в условиях реформы пенсионного обеспечения ориентированных долговременное развитие на основе баланса интересов их участников и комбинации научных подходов.

Уточнение содержания понятий системы социально-трудовых отношений и системы пенсионного обеспечения на основе применения системно-синергетического, институционально-аксиологического и коэволюционного подходов, что позволило выявить устойчивую взаимосвязь между системой социально-трудовых отношений и системой пенсионного обеспечения через основные компоненты систем «институты», «ценности», «субъекты» имеющие взаимозависимый, коэволюционный характер.

Рассматривая трансформацию социально-трудовых отношений в контексте пенсионной реформы, как более широкую задачу по обеспечению повышения качества жизни населения и экономического роста за счет достижения баланса интересов сторон социально-трудовых отношений и эффективного использования человеческих ресурсов, авторы приходят к мнению о необходимости переосмысления содержания социально-трудовых отношений в рамках институциональных изменений пенсионного обеспечения РФ как источников и направлений развития, происходящих в социально-экономической сфере, в частности в теории и практике социально-трудовых отношений (рис. 1).

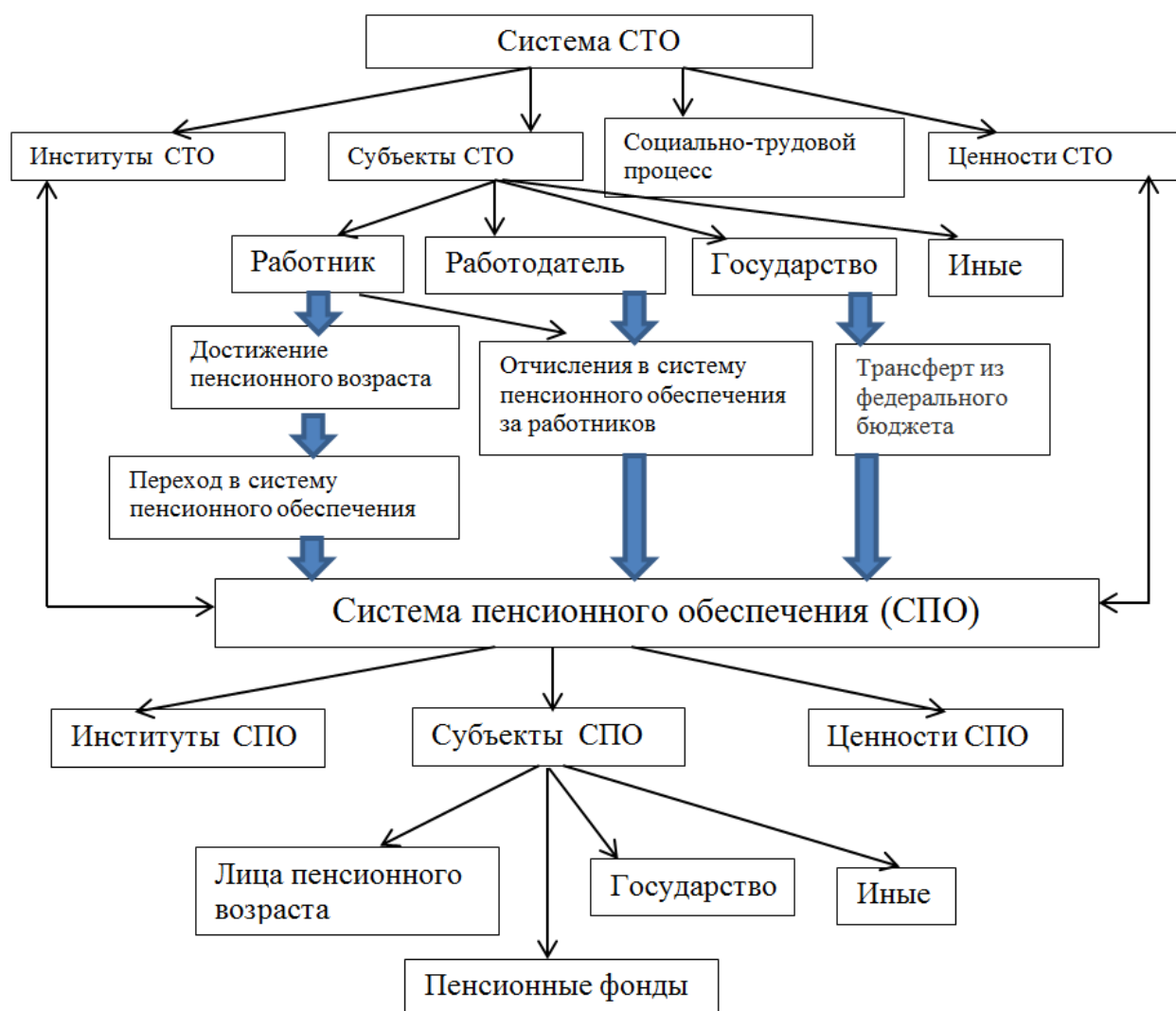


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи системы социально-трудовых отношений и системы пенсионного обеспечения

Соответственно социально-трудовые отношения (далее СТО) авторами рассматриваются как система отношений между субъектами, возникающая в рамках социально-трудовой деятельности, состоящая из совокупности взаимосвязанных компонентов «институтов», «ценностей», «субъектов», «социально-трудового процесса».

Теоретико-методологический анализ показал, что наиболее важными и ключевыми компонентами в системе СТО являются «институты» и «ценности», которые имеют коэволюционные взаимосвязи. В процессе социально-трудовой деятельности происходит обмен ценностями, важность которых определяется системой действующих институтов. Кроме того, система СТО основана на институциональном регулировании, где основными субъектами являются

«работник, относящийся к категории экономически активное население», «работодатель» и «государство».

Рассматривая пенсионное обеспечение с позиции системного подхода в контексте связи и влияния с системой СТО, авторы приходят к выводу, что это особая социально значимая система отношений между определенными субъектами, возникающая при достижении работником (или лицом) пенсионного возраста или появления/ установления нетрудоспособности (т.е. лица получившие статус «инвалида». В данном проекте данная категория не входит в задачи исследования), состоящая из совокупности взаимосвязанных компонентов «институтов», «ценностей», «субъектов», имеющих коэволюционные связи. Выделяются ключевые субъекты системы пенсионного обеспечения такие как «государство», «лица, достигшие пенсионного возраста/ возникновения нетрудоспособности».

Выявляя взаимосвязь между социально-трудовыми отношениями и пенсионным обеспечением, логика рассуждений авторов формировалась следующим образом, так, например, субъект является элементом системы социально-трудовых отношений, по достижению им пенсионного возраста, он становится элементом системы пенсионного обеспечения, причем, следует отметить, что он может еще некоторое время оставаться в системе СТО. Данный переход (из системы СТО в систему ПО) регламентируется определёнными институтами системы социально-трудовых отношений и системы пенсионного обеспечения.

Субъект СТО «работодатель» в рамках определенных институтов СТО и ПО обязан перечислять за «работника» определенные взносы в пенсионную систему (причем при определенной форме СТО работник самостоятельно должен проводить данные отчисления в систему пенсионного обеспечения). Соответственно, прослеживается устойчивая взаимосвязь между системой социально-трудовых отношений и системой пенсионного обеспечения, представленной на рисунке 1. Кроме того, теоретический и методологический анализ данных категорий, проведенный автором, показал одинаковую аксиологическую направленность системы СТО и системы ПО – на обеспечение качества жизни, проявляющуюся как на общественном (в виде макроэкономических показателей экономического роста и уровня социальной напряженности), так и на индивидуальном (в виде удовлетворения нужд и потребностей человека) уровнях. Соответственно, визуализируется взаимосвязь ценностно-смыслового восприятия институциональных изменений системы

пенсионного обеспечения субъектами социально-трудовых отношений и пенсионного обеспечения. Тогда, ценностно-смысловые структуры, получаемые в оценке субъектами СТО и ПО, происходящих институциональных изменений пенсионного обеспечения, приводят к трансформации ценностей и в системе социально-трудовых отношений.

Таким образом, автором выявлена и доказана устойчивая взаимосвязь между системой социально-трудовых отношений и системой пенсионного обеспечения через их субъекты, а также через взаимообусловленную связь институциональных и аксиологических компонентов данных систем.

Список литературы

1. Magun, V. S. Basic values of Russians and other Europeans / V. S. Magun, M. G. Rudnev // *Voprosy ehkonomiki*. – 2010. – No 12. – pp. 93 – 442.
2. Value measurement of economic and labor activity. Russian modernization. Interdisciplinary approach. Kollektivnaya monografiya / Pod red. N. V. Rodionovoj. – М.: YUNITI-DANA, 2012.
3. Заславская, Т. И. Социетальная трансформация российского общества / Т. И. Заславская. – М.: Дело, 2002.
4. Медведева, Т. А. Исследование процессов трансформации социально-трудовых отношений на основе расширенного системного подхода / Т. А Медведева // *Вестник НГУ. Серия. Социально-экономические науки*. –2013 – № 13/4. – С.172 – 180.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Легчилина Елена Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Заведующий кафедрой «Менеджмент, маркетинг и коммерция» ОмГУПС.

Тел.: 89609945130.

E-mail: legcelena@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Legchilina Elena Yuryevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Head of the Department "Management, Marketing and Commerce" OSTU.

Phone: 89609945130.

E-mail: legcelena@yandex.ru

М. К. Алафьев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»

В статье рассматриваются цели, задачи, методы организации и виды самостоятельной работы студентов в изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях».

Ключевые слова: самостоятельная работа, безопасность, жизнедеятельность, методы, виды, специалист, учебная дисциплина, знания, умения, навыки.

Mihail K. Alafev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

THE ROLE OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS AT STUDYING THE DISCIPLINE "LIFE SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS"

The article discusses the goals, objectives, methods of organization and types of independent work of students in the study of the discipline "life Safety in emergency situations".

Keywords: independent work, safety, life activities, methods, types, specialist, academic discipline, knowledge, skills.

Защита населения, производственного персонала, материальных и культурных ценностей от природных, техногенных и военных чрезвычайных ситуаций (ЧС) является важнейшим условием обеспечения национальной безопасности РФ. Обеспечение же условий безопасности производственных процессов – одна из главных задач предприятий и организаций всех сферах деятельности человека, включая железнодорожный транспорт. Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» (БЖД в ЧС) является основополагающей в решении названных проблем, так как занимает особое место в профессиональной подготовке специалистов и должна соответствовать требованиям ст. 69 закона № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в которой говорится, что «...высшее образование имеет

целью обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства»[1].

Преподавание «БЖД в ЧС», как общепрофессиональной дисциплины для студентов всех направлений и специальностей, осуществляется в ОмГУПС с 2006 г. Теоретические знания и практические навыки студенты получают в процессе аудиторных занятий: на лекциях, практических занятиях, занятиях под контролем преподавателя (КСР), а также во время самостоятельной работы (СР), сдачи зачета, зачёта с оценкой. Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебными планами (до 40 % общего объема часов, отводимых на изучение дисциплины), призвана способствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы, ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике. Говоря о формах проведения занятий, можно отметить, что лекция была и остается наиболее эффективной формой усвоения материала. Внимательное прослушивание и конспектирование лекционного материала просто необходимо, так как, не усвоив предмета дисциплины, нельзя с успехом выполнять практические задания, большие затруднения могут возникнуть при выполнении заданий самостоятельной работы, если при изучении дисциплины пользоваться только учебно-методической литературой и Интернет – источниками.

Самостоятельная работа – это внеаудиторная форма самообразования. Её эффективность обусловлена многими факторами, например, научно-теоретическим и методическим уровнем лекций, практических занятий, консультаций, работой читальных залов, учебно-методических кабинетов, отношением преподавателя к организации самостоятельной работы, мотивацией и общей подготовленностью самих студентов. На это ориентирует упомянутый выше закон «Об образовании в Российской Федерации», обязывающий педагогических работников «развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности, формировать гражданскую позицию, способность к труду и жизни в условиях современного мира, формировать у обучающихся культуру здорового и безопасного образа жизни» [1].

Необходимо признать, что цель образовательного процесса заключается не столько в том, чтобы вооружить обучаемых необходимым объемом знаний, отвечающих тем или иным профессиональным компетенциям, сколько в том, чтобы привить обучающимся потребность к самообразованию, умение

отбирать из массы научной информации то ценное, что потребуется им для будущей профессии; научить творчески мыслить и квалифицированно использовать самостоятельно добытые знания на производстве. Опыт преподавания в вузе убедительно свидетельствует о том, что наиболее глубокие знания показывают те студенты, которые обладают навыками самообразования в изучении дисциплины. Об уровне организации самостоятельной работы студентов можно судить по рейтингам контрольных недель, в целом по результатам промежуточных аттестаций [2].

Несомненно, образовательный процесс в высшей школе предусматривает привитие у студентов навыков самообразования. Следовательно, самостоятельная работа может рассматриваться не только целью, но и методом обучения. Самостоятельная работа будет наиболее плодотворной тогда, когда она целенаправленна и управляема, где главным звеном, организующим её, является преподаватель. Выделим некоторые методы в развитии навыков самостоятельной работы обучающихся.

Действенным методом, побуждающим к самостоятельной работе студентов на уровне восприятия, анализа и усвоения информации может быть использован «проблемный метод» чтения лекций или ведения практических занятий. Его специфика состоит в том, что знания преподносятся не в готовом виде, а в динамике, движении от возникновения проблемы к её решению через сопоставление различных или противоположных позиций, концепций, через устранение противоречий. Этот метод значительно повышает мыслительную деятельность, познавательную активность обучающегося.

В практике преподавания, особенно при чтении лекционного курса, нередко используется метод «ограниченной информации». Обращение к нему обусловлено тем, что лектор не всегда имеет возможность в достаточной степени раскрыть все плановые вопросы лекции. Поэтому, сформулировав ту или иную проблему, как правило, из числа не самых важных, и обрисовав в общих чертах её суть, лектор этим ограничивается, отсылая обучаемых к соответствующим источникам, одновременно сообщая о формах и сроках контроля.

Существенную помощь в более глубоком изучении материала может оказать использование метода «составления алгоритма познавательной деятельности». Нередко, при оценке ответов на практических занятиях или промежуточной аттестации, преподаватель указывает на неполноту или ошибки, допущенные студентом в ходе раскрытия вопроса. Подобная ситуация возникает в результате непоследовательности, «стихийности» в работе

студента, когда познавательная задача решена не в полном объёме. Исключать подобные ошибки может позволить составление алгоритма познавательной деятельности. Он представляет собой перечень некоторого количества подвопросов и специфических требований для их изучения, сформулированных таким образом, чтобы их совокупность обеспечивала последовательность, полноту и правильность усвоения содержания проблемы.

В качестве отдельного метода организации самостоятельной работы обучающихся следует назвать «консультационный метод». Консультации хотя и не являются самостоятельной формой учебного процесса, выполняя вспомогательный характер, тем не менее, это не снижает их большого значения и в учебном процессе, и воспитательной работе. Консультации могут носить различный характер: с превалированием содержательного либо методического уклона. Консультацию второго типа преподаватель, по существу, проводит уже на первой лекции, когда рассказывает о специфике предмета, особенностях её изучения, предъявляемых к студентам требованиях, способах организации работы по изучению данной дисциплины. На первом практическом занятии преподаватель знакомит студентов с основами методики подготовки к практическим занятиям, выполнения КСР, заданий СР и пр. Он затрагивает ряд вопросов общего характера: к каким источникам необходимо обращаться, как составить конспект и пользоваться им, в какой последовательности изучать литературу, как подготовиться к полноценному выступлению на практическом занятии и т.п. Специальные консультации предназначены для студентов, работающих над рефератами, докладами, презентациями, участников научно-практических конференций и др. Главное их предназначение – научить обучающихся самостоятельно работать, вооружить методическими навыками.

Самоподготовка обучающихся предполагает также надлежащее решение вопросов её организации, методического обеспечения и контроля. Назовём лишь некоторые, хорошо зарекомендовавшие себя, виды самостоятельной работы.

1. Чтение и конспектирование учебной и научной литературы, работа с конспектом лекций с целью усвоения вопросов учебной программы при подготовке к практическому занятию, зачёту, зачёту с оценкой и т.п. Этот вид самостоятельной работы является обязательным и наиболее важным по значимости, так как обеспечивает усвоение основного содержания курса.

2. Самостоятельная работа студентов в процессе подготовки докладов, рефератов, презентаций, участие в теоретических и научно - практических конференциях. Данный вид самостоятельной работы наиболее сложен, так как

предполагает целенаправленный поиск проблем и решений с помощью и под наблюдением преподавателя. Поэтому важно, чтобы аудиторное общение выступало не только средством передачи предметных знаний, но и условием отработки навыков познания, которые при достаточном усвоении слушателями становятся основой их самообучения. Преподаватель должен дать правильное направление самостоятельному познанию и вооружить обучающего эффективными методами поиска [3].

3. Самостоятельная работа по выполнению письменных заданий к каждой контрольной неделе, сформулированных в фондах оценочных средств рабочей программы дисциплины. В течение семестра каждому студенту необходимо подготовить ряд письменных заданий самостоятельной работы. Так, например, в задании к самостоятельной работе № 1, по теме 2 «ЧС мирного и военного времени» обучающимся предлагается осуществить самостоятельный поиск в информационно-справочной системе текста нормативного документа «ГОСТ Р 22.0.55-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения». Далее, ознакомившись с текстом документа, им необходимо также усвоить и произвести конспектирование следующих определений: «Чрезвычайная ситуация», «Источники ЧС», «Поражающий фактор источника ЧС», «Опасность в ЧС», «Безопасность в ЧС», «Авария», «Техногенная катастрофа». После чего, ознакомившись с разделом «Характеристика источников ЧС» учебного пособия «Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий» / В. И. Юртушкин. – М.: КНОРУС, 2014., обучающимся следует охарактеризовать особенности возможных аварий и катастроф на одном из объектов (по выбору студента) экономики или транспорта Западной Сибири [4]. В завершение данного задания, обучающимся необходимо назвать основные меры борьбы с терактами на объектах транспорта, используя знания закона «О противодействии терроризму» от 06.03.2006 г. и дополнительных источников. После выполнения подобных заданий самостоятельная работа оценивается на каждой контрольной неделе в часы практических занятий. Преподаватель оценивает такие критерии как сам результат выполнения заданий СР, полноту, содержание и оформление конспективного отчёта, готовность к устному ответу на вопросы преподавателя по любой теме выполненного задания.

При составлении заданий СР преподавателю необходимо руководствоваться разумной достаточностью, нельзя определять обучающимся объёмные, многоплановые задания. Они должны быть конкретными, иметь приемлемые рамки, нести обучающий эффект и выполнять функцию оценки

степени подготовленности студентов. Однако, чтобы данный вид самостоятельной работы не приобрел формальный характер и не сводился к механическому переписыванию разделов учебника (или, того хуже, переписыванию конспектов своих «добрых» сокурсников), в процессе самоподготовки им необходимо руководствоваться рабочей программой курса «БЖД в ЧС» и методическими указаниями, соблюдая последовательность изучения тем, обозначенных планами заданий. В пользу методических указаний выступает и тот аргумент, что в сети Интернета имеется огромное количество самого разнообразного мультимедийного материала, в котором обучающимся сложно ориентироваться самостоятельно [5].

Таким образом, вузовский учебный процесс располагает значительным арсеналом средств, направленных на развитие познавательной активности студентов в процессе изучения «БЖД в ЧС». Существенное место среди них занимает СР. В качестве основных признаков самостоятельной работы выступают организующее начало со стороны преподавателя; наличие конкретных заданий; внеаудиторное время для их выполнения в рамках контрольных недель; самоорганизация мыслительной деятельности обучающегося; оформление и защита полученных результатов. В процессе СР для студента открывается возможность подтвердить или усомниться в теоретических положениях, значительно расширить свой кругозор в конкретной области знаний, закрепить полученные знания. Кроме того, у него проявляются навыки исследовательской работы, самоорганизации, вырабатывается чувство ответственности, формируется целеустремленность в достижении желаемого результата. Успешно изучив данную дисциплину, обучаемый, несомненно, будет владеть методами обеспечения безопасности производственного персонала и объектов экономики, транспорта от возможных видов ЧС.

Список литературы

5. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. – М., 2012.

6. Алафьев, М. К. Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в профессиональной подготовке студентов: Учебно – методическое пособие / М. К. Алафьев. – Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2018. – 38 с.

7. Вивчарик, С. Д. Некоторые методы организации самостоятельной работы слушателей / С. Д. Вивчарик // Проблемы организации и осуществления самостоятельной работы слушателей: Материалы учебно-методической конференции. – Омск, 1992. – 80 с.

8. Юртушкин, В. И. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий: Учебное пособие для бакалавров всех направлений / В. И. Юртушкин. – М.: КНОРУС, 2014. – 365 с.

9. Учебно-методическое пособие к выполнению контрольных и реферативных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» / М. К. Алафьев, А. Н. Гайденок и др. – Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2017. – 27 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Алафьев Михаил Константинович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «БЖЭ» ОмГУПС.
Тел.: 89136085809.
E-mail: alafev55@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Alafev Mihail Konstantinovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «LSE» OSTU.
Phone: 89136085809.
E-mail: alafev55@mail.ru

УДК 159.99

В. Б. Антипин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИЗУЧЕНИЕ АКТУАЛЬНЫХ МОТИВОВ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ У СТУДЕНТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОмГУПСе

Данная статья посвящена изучению вопросов мотивационного привлечения студентов-юношей к занятиям физической культурой и спортом в вузе. Также приводятся рекомендации по формированию устойчивой мотивации у студентов к физкультурно-спортивной деятельности.

Ключевые слова: студенты, физическая культура и спорт, мотивация, актуальные мотивы, интерес.

STUDY OF THE ACTUAL MOTIVES TO ENGAGE IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS AMONG THE STUDENTS STUDYING IN OSTU

This article is devoted to the study of motivational attraction of young students to physical culture and sports at the University. It also provides recommendations for the formation of a stable motivation of students for physical culture and sports activities.

Keywords: students, physical culture and sports, motivation, current motives, interest.

На современном этапе развития России, государственная политика в сфере физической культуры и спорта направлена на привлечение значительной части населения к регулярным занятиям физической культурой, а также здоровому образу жизни. В связи с этим можно смело утверждать, что здоровый образ жизни граждан, то есть здоровье нации зависит, прежде всего, от того, как будет сформирован активный интерес к занятиям физической культурой и спортом, как у молодежи, так и лиц пожилого возраста. К сожалению, эта проблема на сегодняшний день остается по-прежнему актуальной.

Сегодня среди ученых и практиков усиливаются тенденции обязательности изучения мотивационной сферы студентов при организации и проведении с ними физкультурно-спортивной работы в вузе. Не зная особенностей мотивационной сферы студента, трудно формировать у него устойчивую, сильно действующую мотивацию к занятиям физической культурой и спортом. Однако мотивация не только формируется, развивается, но, даже будучи уже сформированной, зачастую угасает. Психологической причиной угасания мотивации к занятиям физической культурой и спортом является исчезновение мотивов и интереса к таким занятиям [1].

В связи с этим представляется актуальным выявить приоритетные мотивы студентов, побуждающих к занятиям физической культурой и спортом, что в свою очередь позволит определить возможные пути по управлению формированием спортивной мотивации, а, следовательно, и повысить интерес обучающихся к физкультурно-спортивной деятельности в среде вуза.

С целью определения актуальных мотивов у студентов-юношей, побуждающих к активным занятиям физической культурой и спортом в вузе, нами была разработана анкета. Анкета состояла из перечня предлагаемых для

выбора мотивов. Задачей респондентов являлось расположение указанных в анкете мотивов в соответствии с их значимостью. Таким образом, присвоенный определенному мотиву ранг №1 имел наибольшее значение, а мотив под №10 – наименьшее.

Для достижения поставленной нами цели исследования в анкетном опросе приняли участие 279 студентов-юношей в возрасте 17 – 21 года Омского государственного университета путей сообщения. Контингент испытуемых на момент исследования не имел медицинских противопоказаний для занятий физической культурой и спортом. Студенты, отнесенные к специальной медицинской группе и имеющие некоторые отклонения в состоянии здоровья, в соответствии со спецификой заболевания в настоящем исследовании участия не принимали. Далее проводилась математико-статистическая обработка полученных данных, а также осуществлялся анализ распределения значимости изучаемых мотивов.

Обработанный соответствующим образом материал анкет представлен в табл. 1.

Таблица 1

Распределение мотивов к занятиям физической культурой и спортом

Ранг мотива № п/п	Наименование мотива	Результаты опроса ($\bar{X} \pm \sigma$)
1	Поддержание и укрепление здоровья	$2,29 \pm 1,9$
2	Коррекция фигуры, улучшение внешнего вида	$3,52 \pm 2,1$
3	Снятие эмоционального напряжения, эмоциональный заряд	$4,75 \pm 2,3$
4	Азарт, соперничество	$5,27 \pm 2,6$
5	Способ общения, обретение друзей	$5,46 \pm 2,1$
6	Получение зачета по дисциплине, повышение рейтинга успеваемости	$5,47 \pm 3,1$
7	Достижение спортивных результатов, спортивное совершенствование	$5,66 \pm 2,4$
8	Создание имиджа, следование современным тенденциям моды	$6,8 \pm 2,3$
9	Одобрение и уважение окружающих	$7,25 \pm 1,9$
10	Возможность получения материального поощрения за достижения спортивных результатов	$8,5 \pm 2,1$

В результате исследования было выявлено, что для большинства студентов-юношей наиболее значимым мотивом, побуждающим к активным

занятиям физической культурой и спортом, является «поддержание и укрепление здоровья» ($\bar{X} = 2,29$). 147 испытуемых отдало предпочтение данному мотиву и поставили его на первое место. Далее следуют такие мотивы как «коррекция фигуры, улучшение внешнего вида» ($\bar{X} = 3,52$) и «снятие эмоционального напряжения, эмоциональный заряд (получение положительных эмоций)» ($\bar{X} = 4,75$). Наименьшее значение для данной категории студентов представляют мотивы «одобрение и уважение окружающих» и «возможность получения материального поощрения за достижения спортивных результатов» ($\bar{X} = 7,25$; $8,5$ соответственно).

Следует сказать о том, что в настоящем исследовании принимали участие студенты-юноши, посещающие академические занятия по дисциплине «Физическая культура и спорт». В то время как студенты-спортсмены, занимающиеся в секциях по видам спорта культивируемых университетом, в данном исследовании участие не принимали. Это от части, может влиять на слабую выраженность такого мотива как «возможность получения материального поощрения за достижения спортивных результатов». Ведь только те студенты, которые представляют свой вуз на самых ответственных соревнованиях, могут претендовать на материальное поощрение.

Таким образом, полученные в ходе исследования данные позволяют констатировать тот факт, что основополагающим мотивом, побуждающим студентов-юношей к активным занятиям физической культурой и спортом, является «поддержание и укрепление здоровья». В связи с этим, мощным стимулирующим фактором для студентов в период академических занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт» может являться ведение дневника самоконтроля. Для этого необходимо овладеть знаниями, методическими и практическими навыками самоконтроля. Это позволит студенту самосовершенствоваться по определенным показателям (объективным и субъективным) своего здоровья как физическим, так и функциональным. В этом случае важно выделить этапы контроля показателей определяющих уровень здоровья.

Для реализации мотива «коррекция фигуры, улучшение внешнего вида», также рекомендуется использовать дневник самоконтроля. В содержании данного дневника самоконтроля необходимо вносить антропометрические показатели основных групп мышц и тела (например: бицепс и предплечье на обеих руках, талия, бедро и икры на обеих ногах, грудь, шея) для ведения статистики и наблюдения прогресса.

Следующим по важности мотивом определяющим активность студентов-юношей к занятиям физической культурой и спортом в техническом вузе является «снятие эмоционального напряжения, эмоциональный заряд». Так, анализ бюджета времени студентов высших учебных заведений показывает, что у студентов очной формы обучения время на учебные занятия наиболее стабильно и составляет 6 – 8 ч в день; время, затрачиваемое на самоподготовку, колеблется в пределах 3 – 5 ч, а в период зачетно-экзаменационной сессии – до 6 – 8 ч. Таким образом, сумма учебного времени студентов составляет в среднем 9 – 12 ч в день [2]. Это очень значительная психофизиологическая нагрузка на организм молодого человека, которая показывает, что учебный труд является весьма напряженным. В связи с вышеизложенным, можно утверждать, что первостепенной задачей дисциплины «Физическая культура и спорт», преподаваемой в вузе, является реализация мотива «снятие эмоционального напряжения, эмоциональный заряд». Для этого при организации занятий физической культурой и спортом важно учитывать индивидуальные предпочтения и потребности студентов, а также изучать степень удовлетворенности занимающихся используемыми формами и средствами физической культуры. В связи с этим возникает необходимость внесения изменений в содержание программ по физическому воспитанию студентов в соответствии с требованиями сегодняшнего дня.

Мы считаем, что выбор физических упражнений с учетом индивидуальных предпочтений студентов, использование на занятиях подвижных игр и упражнений из различных видов спорта, применение творческих двигательных заданий, способствующих совершенствованию восприятия, устойчивого внимания, расширению объема двигательной памяти, аналитических способностей и других свойств интеллекта, будет способствовать повышению интереса к занятиям физической культурой и спортом, а, следовательно, позволит повысить качество процесса физического воспитания студентов в вузе.

Таким образом, изучение мотивов у студентов к занятиям физической культурой и спортом позволяет определить их иерархию в соответствии с приоритетом для каждого занимающегося. Это при определенных условиях дает возможность определить пути формирования устойчивой мотивации у студентов к физкультурно-спортивной деятельности в вузе.

Список литературы

1. Адлер, А. Практика и теория индивидуальной психологии: [глубинная психология] / А. Адлер. – М.: Академический проект, 2007. – 240 с.

2. Павлова, В. И. Физическая нагрузка в адаптации спортсменов и профилактике психофизического переутомления / В. И. Павлова [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 10. – С. 11 – 14.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Антипин Виталий Борисович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: 303-413.
E-mail: vitality-anti@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Antipin Vitaly Borisovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Physical
education and sport» OSTU.
Phone: 303-413.
E-mail: vitality-anti@mail.ru

УДК 681.518.5

Е. А. Бутенко, А. Н. Смердин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ И НЕСУЩИХ ТРОСОВ

В статье рассматривается возможность применения беспроводных элементов сенсорных сетей для определения изменения натяжения контактных проводов и несущих тросов. В качестве сенсоров предлагается использовать датчики вибрации, которые позволяют по частоте колебаний контактного провода и несущего троса определять натяжение. Основным преимуществом данного устройства является возможность автономной работы за счет использования энергии колебаний контактной подвески под действием ветров и проходящих поездов.

Ключевые слова: контактная сеть, натяжение, бесконтактные устройства измерения, датчик вибрации.

APPLICATION OF WIRELESS ELEMENTS OF SENSOR NETWORKS FOR DETERMINING TENSION OF CONTACT WIRES AND SUPPORT WIRE

The article provides the possibilities of using wireless elements of sensor networks to determine changes in the tension of contact conductors and load-bearing cables. It is proposed to use vibration sensors as a sensor. The main advantage of this device is the ability to use the vibration energy of the contact suspension under the necessary wind and passing trains.

Keywords: contact network, tension, non-contact measuring devices, vibration sensor.

На сегодняшний день для обеспечения надежного и качественного токосъема необходимо учитывать множество сочетаний параметров и характеристик контактных подвесок. Одной из важных задач является определение натяжения контактного провода и несущего троса, так как в процессе эксплуатации натяжение может изменяться достаточно быстро и не будет отражать текущего состояния контактной сети.

Измерения натяжения контактных проводов и несущих тросов проводят только во время монтажа или при испытаниях контактной сети, так как во время текущей эксплуатации врезные и накладные динамометры создают ограничения на движение поездов [1, 2].

Для измерения натяжения проводов и тросов на контактной сети предлагается использовать беспроводные элементы сенсорных сетей (БЭСС) [3]. БЭСС представляют собой совокупность датчиков и приемника, объединенных между собой с помощью радиоканала.

В качестве измерительного устройства предлагается использовать датчик уровня вибрации, устанавливаемые в произвольном месте пролета контактной сети, и позволяющий измерять частоту затухающих колебаний контактной подвески (рис. 1).

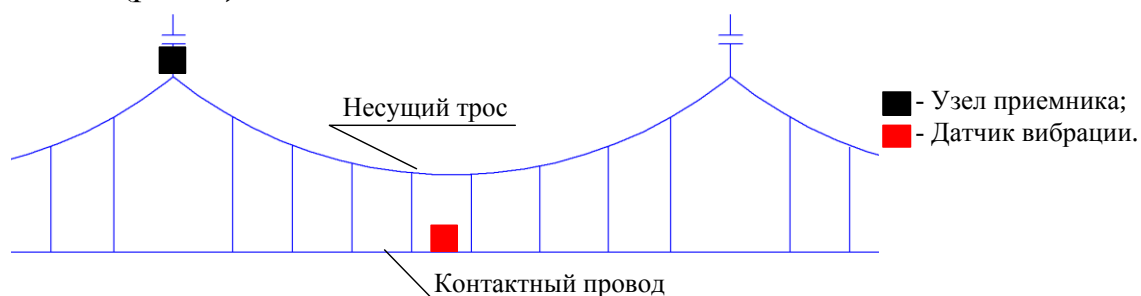


Рисунок 1 – Расположение беспроводных элементов сенсорной сети в пролете контактной сети

Данные, поступающие с датчика вибрации, передаются на узел приемника, где информация обрабатывается и передается с помощью доступных каналов связи на рабочее место оператора (рис. 2).



Рисунок 2 – Процесс передачи данных

Возникающие затухающие колебания проводов при проходе электроподвижного состава записываются и анализируются, в результате чего определяется гармонический состав колебаний [4]. Колебания после прохода электровоза и предшествующие ему, позволяют сформировать цифровой «отпечаток» токоприемника проходящего электроподвижного состава (рис. 3).

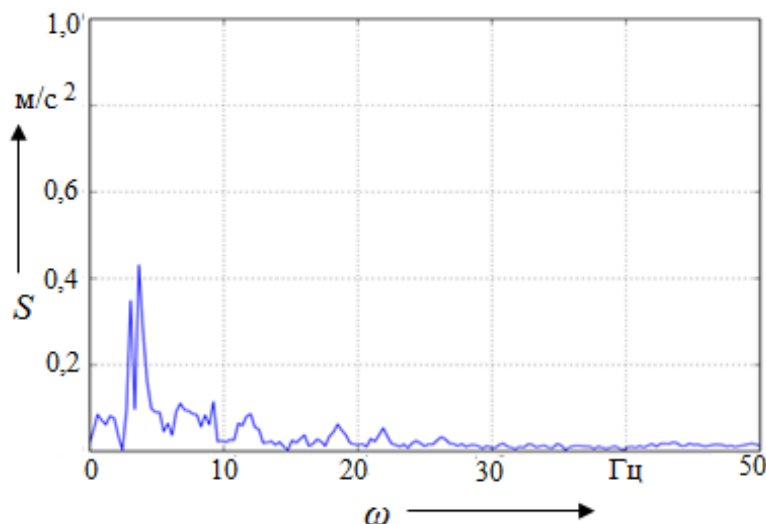


Рисунок 3 – Гармонический спектр колебаний контактного провода после прохода электроподвижного состава

По полученному спектру затухающих колебаний определяется частота и соответствующее натяжение для определенной гармоника (рис. 4).

Благодаря полученной номограмме, которая хорошо аппроксимируется показательной функцией (коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9344$) можно определить натяжение контактного провода и несущего троса следующим образом:

$$K = 0,3798 \sqrt{\frac{\omega_r}{0,059}}. \quad (1)$$

где K – натяжение контактного провода, Н;

ω_r – частота колебания контактного провода, соответствующей гармонике r , Гц.

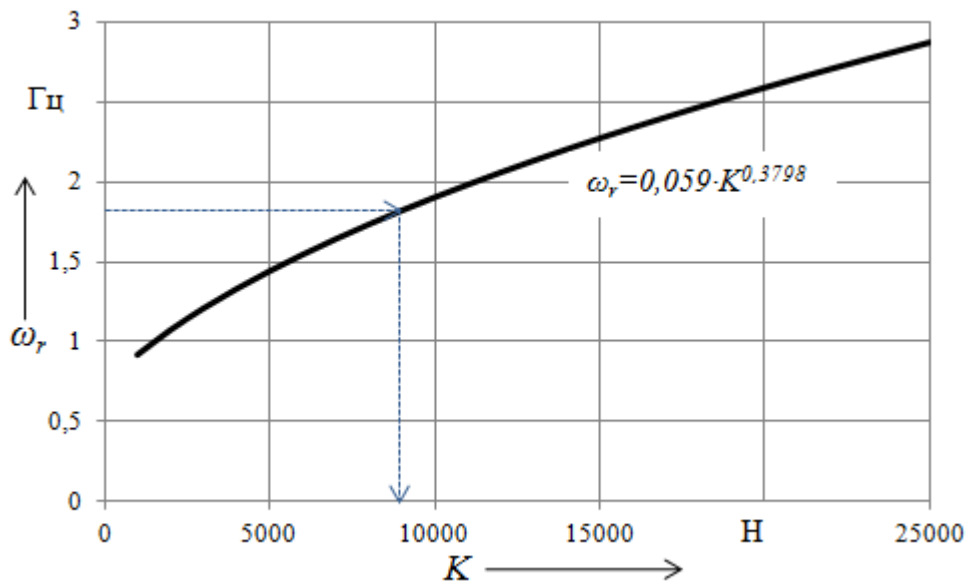


Рисунок 4 – Номограмма определения натяжения контактного провода по частоте колебания

Предлагается использовать представленную методику при измерении натяжении проводов контактной сети в соответствии со следующим алгоритмом:

1. Датчики вибрации устанавливаются на контактной сети.
2. При прохождении электроподвижного состава датчики выходят из спящего режима и регистрируют затухающие колебания контактного провода.
3. Сигнал с датчиков поступает на узел приемника.
4. Колебания анализируются и записываются в базу данных.
5. Определяется натяжение контактного провода.
6. Если натяжение выходит за рамки допустимых значений, сигнал поступает на рабочее место оператора.
7. Если натяжение в пределах допустимых значений, то система продолжает работу.

Беспроводная сеть позволит значительно улучшить надежность и эффективность работы инфраструктуры электрических железных дорог. В отличие от проводных датчиков установка беспроводных является более простой, при этом сама сеть отличается большей гибкостью устройств и низкое энергопотребление.

Данный подход позволяет обеспечить возможность оперативного

контроля натяжения в контактной подвеске дистанционно, при этом снижается трудоемкость определения натяжения контактного провода и несущего троса.

Список литературы

1 Пат. 2555196 Российская Федерация, МПК G01L 5/04. Способ измерения натяжения длинномерных изделий [Текст] / Сидоров О. А., Смердин А. Н., Голубков А. С., Чертков И. Е.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. - № 2013147558/28; заявл. 24.10.2013; опубл. 27.04.2016, Бюл. №16.

2. Kiesling, F. Contact lines for electric railways planning design implementation [Текст] / F. Kiesling, R. Pushman, A. Schmieder // Berlin and Munich: Siemens, 2001. – 822 p.

3. Белая книга. «Интернет вещей»: Беспроводные сенсорные сети – М., 2014. – 84 с.

4. Gonzalez, F. J. Dynamic analysis using finite elements to calculate the critical wear section of the contact wire in suburban railway overhead conductor rails [Текст] / F. J. Gonzalez, J. A. Chover, B. Suarez, M. Vazquez // Proc. IMechE Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. – 2008. – Vol. 222. – pp. 145 – 157.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бутенко Елена Александровна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск 644046,

Российская Федерация.

Аспирантка кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.

Тел.: +7 (904) 0760095, +7 (913) 6004786.

E-mail: butenkoelena1994@gmail.com

Смердин Александр Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск 644046,

Российская Федерация.

Доктор технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.

Тел.: +7 (904) 5884048.

E-mail: alexandr.smerdin@omgups.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Butenko Elena Alexandrovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Post-graduate student of the department

«Electricity supply of railway transport» OSTU.

Phone: +7 (904)0760095, +7 (913)6004786

E-mail: butenkoelena1994@gmail.com.

Smerdin Alexandr Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Doctor of Technical Sciences, associate

professor of the department «Electricity supply of railway transport» OSTU.

Phone: +7 (904) 5884048.

E-mail: alexandr.smerdin@omgups.com

Т. В. Васеева, Е. А. Альтман, А. В. Александров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ И ИНТЕРГАРМОНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СИГНАЛОВ

Анализ и контроль гармоник электрического сигнала в реальном времени имеют большое значение для поддержания качества электрической энергии, предотвращения повреждений систем электрических сетей и экономии энергии. В статье проведено сравнительное исследование гармонических и интергармонических методов оценки сигналов. Рассмотрены свойства весовых функций для параметрических методов.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, гармоники, интергармоники, алгоритмы, спектр сигнала, Быстрое Преобразование Фурье, Дискретное Преобразование Фурье.

Tatyana V. Vaseeva, Eugene A. Altman, Alexander V. Alexandrov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

COMPARATIVE STUDY OF HARMONIC AND INTERHARMONIC ESTIMATION METHODS SIGNALS

The article contains a comparative study of harmonic and interharmonic methods of signal estimation. The properties of weighting functions for parametric methods are considered.

Keywords: digital signal processing, harmonics, interharmonics, algorithms, signal spectrum, Fast Fourier Transform, Discrete Fourier Transform.

Основным направлением в применении цифровой обработки сигналов является спектральный анализ. Каждый сигнал, который изменяется во времени, имеет частотный спектр. Для расчета частотного спектра периодического сигнала, временные характеристики описываются рядом Фурье. Периодические сигналы всегда представляются спектрами с дискретными компонентами.

Частота является одним из наиболее важных параметров для оценки гармонических и интергармонических составляющих сигнала. Рассмотрим электрический сигнал – y . После дискретизации (взятию выборок) с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и квантованию по амплитуде,

входной сигнал преобразуется в дискретный во времени сигнал – $y(n)$ с конечной длиной отсчетов N на интервале времени Δt :

$$y(n) = \sum_{h=1}^H a_h \cos(n\omega_h \Delta t + \phi_h) + \omega(n) \quad (1)$$

где a_h – амплитуда;

ϕ_h – начальный фазовый угол;

$\omega_h = 2\pi f h$ – угловая частота;

$\omega(n)$ – аддитивный белый шум;

$h = 1$ – начальное значение гармонической составляющей;

H – конечное значение гармоническая составляющая.

Формула (1) может быть выражена так же:

$$y(n) = \sum_{h=1}^{2H} A_h e^{jn\omega_h \Delta t} + \omega(n) \quad (2)$$

где $A_h = \frac{a_h e^{j\phi_h}}{2}$ – комплексная амплитуда.

В [1] представлен краткий обзор различных методов спектрального анализа. Упрощенная классификация методов приведена на рис. 1. Методы спектральной оценки условно можно разделить: на пакетную обработку сигналов и рекурсивные (адаптивные) методы.

Для оценки гармоник в частотной области часто используют подходы, основанные на дискретном преобразовании Фурье (ДПФ, DFT – Discrete Fourier Transform), которые реализованы с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ, FFT – Fast Fourier Transform) [2]. ДПФ и БПФ, позволяют получить точные результаты оценки, если сигналы установлены.

Основная частота Δf_{FFT} в БПФ представляет собой интервал в частотном спектре, который определяется как:

$$\Delta f_{FFT} = \frac{f_s}{N} = \frac{1}{T_\omega} \quad (3)$$

где N – количество точек сигнала;

f_s – частота дискретизации;

T_ω – длительность окна наблюдения.

Длительность временного интервала измерения (3) равна произведению длительности периода основной частоты напряжения в системе электроснабжения на целое число [3]:

$$T_N = NT_\omega \quad (4)$$

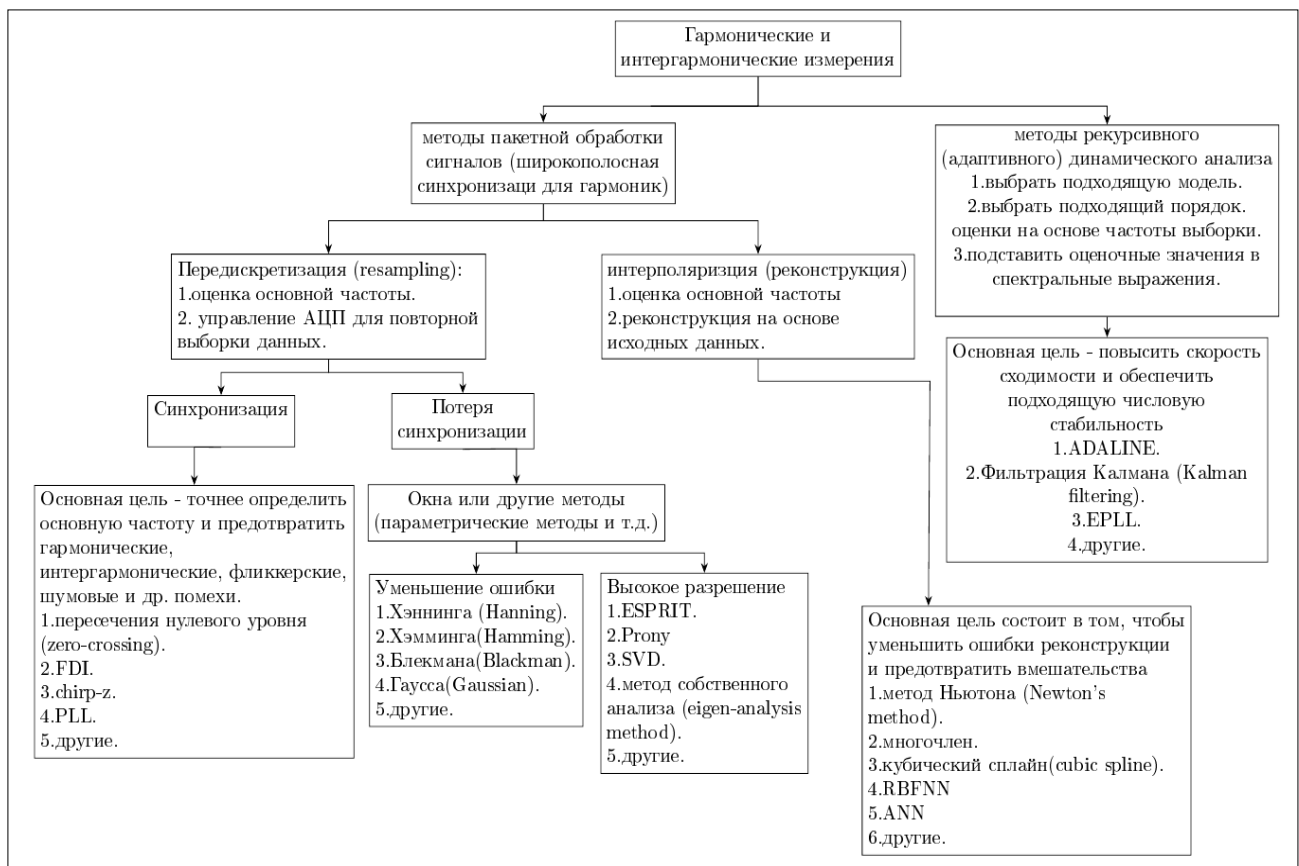


Рисунок 1 – Классификация используемых методов оценки гармонических составляющих

Частота дискретизации равна:

$$f_s = \frac{M}{NT_\omega} \quad (5)$$

где M – число отсчетов;

T_N – длительности временного интервала.

Методы, основанные на БПФ можно разделить на две категории:

- интерполяция (interpolation);
- передискретизация (resampling).

Частота сигнала в электрической сети не всегда совпадает с одной из гармоник ДПФ. Чтобы точно оценить параметры гармоник нужно выполнить передискретизацию (resampling) сигнала, т.е. операцию, которая изменяет частоту дискретизации. При ограничении частоты дискретизации образуются пробелы в спектре сигнала, поэтому необходимо добавить нулевые отчеты в напряжение гармонических составляющих. При увеличении числа точек во временной области, спектр сигнала не меняется в интересующий нас области.

Методы интерполяции гармоник требуют дополнительных вычислительных операций. Для точной оценки параметров гармоник требуются

дополнительные расчеты, связанные с видом используемого окна и размером сигнала. При этом не всегда обеспечивается высокая точность оценки при наличии шума высокого уровня.

На рис. 2 изображена блок-схема процесса синхронизации [3,8].

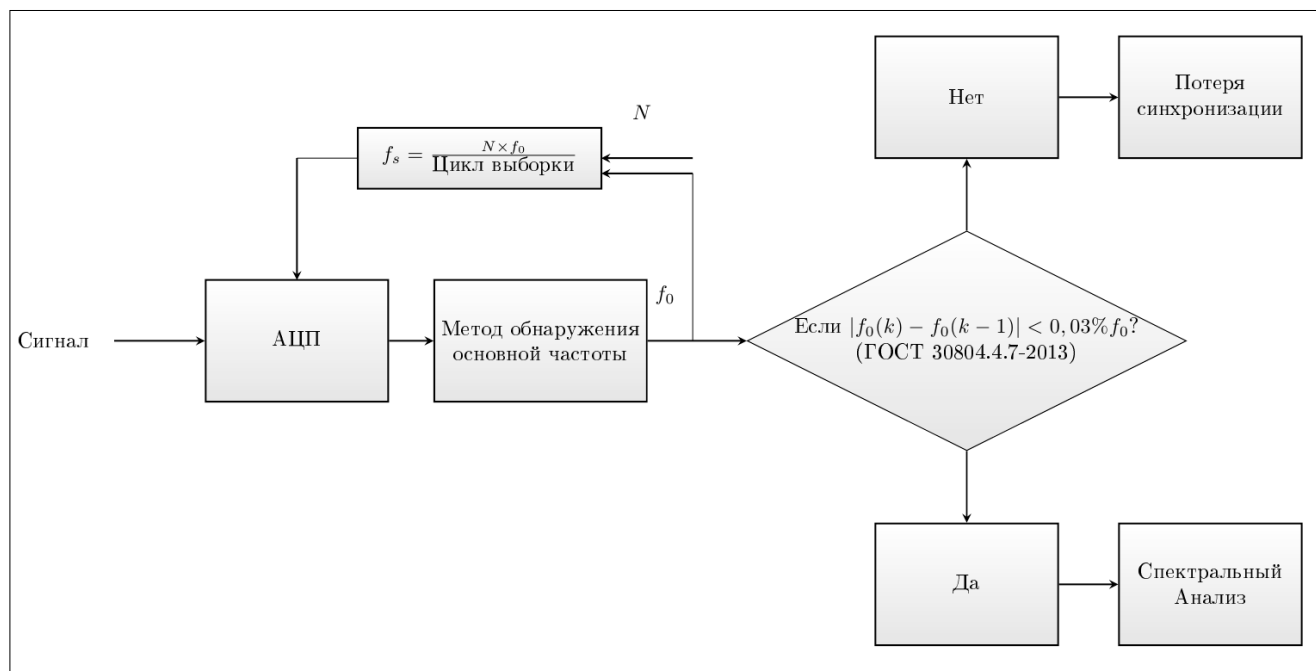


Рисунок 2 – Процесс синхронизации

Для уменьшения спектральных утечек используют методы: Хеннинга (Hanning), Хэмминга (Hamming), Блэкмана (Blackman) и окно Гаусса (Gaussian windows) (табл. 1) [4 – 6].

Таблица 1

Основные свойства весовых функций

Окно	ΔF_0	$\Delta F_{0.5}$	γ_{max}	Выражение оконной функции
Ханна (Хеннинга)	4	1,5	-31,5	$w(n) = 0,5 - 0,5\cos\left(2\pi\frac{n-1}{N-1}\right)$
Хэмминга	4	1,33	-42	$w(n) = 0,54 - 0,46\cos\left(2\pi\frac{n-1}{N-1}\right)$
Блэкмана	8	1,94	-98	$w(n) = 0,42 - 0,5\cos\left(2\pi\frac{n-1}{N-1}\right) + 0,08\cos\left(4\pi\frac{n-1}{N-1}\right)$
Гаусса ($\sigma = 0,3$)	8	1,82	-65	$w(n) = \exp\left(-0,5\left(\frac{n - \frac{N-1}{2}}{\sigma\frac{N-1}{2}}\right)^2\right)$
Гаусса ($\sigma = 0,5$)	3,4	1,2	-31,5	

Другой способ решения потерь синхронизации – параметрические методы: ESPRIT метод (оценка параметров сигнала с помощью метода вращательной инвариантности), Prony метод (метод приближения сигнала выборки с конечным набором экспоненциальных неизвестных частот – f , амплитуд – a и фазовых углов – α), SVD, eigen-analysis method (метод собственного анализа).

Рассмотрим метод ESPRIT. Данный метод использует линейные матрицы и вектор смещения. ESPRIT метод основан на методе Писаренко (Pisarenko's method).

$$S_1 = \Gamma_1 U. \quad (6)$$

где S_1 – подпространство сигнала;

U – вектор матрицы автокорреляции анализируемого сигнала;

Γ_1 – матрица.

$$S_2 = \Gamma_2 U. \quad (7)$$

где S_2 подпространство шума;

U – вектор матрицы автокорреляция анализируемого сигнала;

Γ_2 – матрица.

Из формулы (6) и (7) следует, что инвариантность вращения между подпространствами приведет к:

$$S_1 = \Phi S_2. \quad (8)$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} e^{i\omega_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{i\omega_2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{i\omega_2 M} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Далее рассмотрим Prony метод (Прони метод), в котором введен полином $P(z)$:

$$P(z) = \prod_{h=1}^M (z - z_h). \quad (10)$$

где $z_h = e^{i\omega_h \Delta t}$;

M – порядок оценки.

Этот метод может привести к появлению ряда новых неизвестных коэффициентов полиномов. Чтобы вычислить полиномиальные коэффициенты, используются различные подходы: автокорреляция, ковариация, авторегрессия, сингулярное разложение [7-9].

Использование нелинейных нагрузок приводит к возникновению проблем в электрических сетях связанных с показателем качества электрической энергии. Анализ и контроль гармоник электрического сигнала в реальном

времени имеют большое значение для поддержания качества электрической энергии, предотвращения повреждений систем электрических сетей и экономии энергии. В статье рассмотрена классификация гармонических и интергармонических методов оценки сигналов, которые основаны на дискретном и быстром преобразовании Фурье. Так же существуют другие методы анализа сигналов, такие как, вейвлет и преобразования Гильберта – Хуанга (Hilbert–Huang). Данные методы требуют больших вычислений затрат для преобразования параметров. Исходя из анализа рассмотренных методов для измерения параметров гармоник в электрических сетях предпочтительнее использовать методы интерполяции (рис. 1) с дополнением нулями, поскольку измерение высших гармоник происходит на уровне относительно высокого уровня шума, вместе с тем, современные процессоры даже начального уровня справляются с требуемым объемом вычислений за достаточный для измерительных устройств промежуток времени.

Список литературы

1. Chen, C. I. Comparative study of harmonic and interharmonic estimation methods for stationary and time-varying signals / C. I., Chen, Y. C. Chen // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2013. – Т. 61. – №. 1. – С. 397 – 404.
2. Васеева, Т. В. Сравнительный анализ применения алгоритмов определения частоты при оценке гармоник в электрических сетях / Т. В. Васеева, Е. А. Альтман, А. В. Александров // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование. – 2019. – С. 61 – 66.
3. ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009) Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств.
4. Zeng, B. Parameter estimation of power system signals based on cosine self-convolution window with desirable side-lobe behaviors / B. Zeng, Z. Teng // IEEE Transactions on power delivery. – 2010. – Т. 26. – №. 1. – С. 250 – 257.
5. Simple interpolated FFT algorithm based on minimize sidelobe windows for power-harmonic analysis / Wen H. [et al.] // IEEE Transactions on Power Electronics. – 2011. – Т. 26. – №. 9. – С. 2570 – 2579.
6. Testa, A. On the processing of harmonics and interharmonics: Using Hanning window in standard framework / A. Testa, D. Gallo, R. Langella // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2004. – Т. 19. – №. 1. – С. 28 – 34.

7. Chang, G. W. An accurate time-domain procedure for harmonics and interharmonics detection / G. W. Chang, C. I. Chen // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2009. – Т. 25. – №. 3. – С. 1787 – 1795.

8. Chen, C. I. A calibration test platform of power quality instruments for grid integration of wind energy system / C. I. Chen // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2012. – Т. 60. – №. 7. – С. 2874 – 2880.

9. Leonowicz, Z. Advanced spectrum estimation methods for signal analysis in power electronics / Z. Leonowicz, T. Lobos, J. Rezmer // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2003. – Т. 50. – №. 3. – С. 514 – 519.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Васеева Татьяна Валериевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-05-89.
E-mail: tvvaseeva@gmail.com

Альтман Евгений Анатольевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления», доцент ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-05-89.
E-mail: AltmanEA@gmail.com

Александров Александр Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Автоматика и системы управления» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-05-89.
E-mail: alexandrov_a_v@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vaseeva Tatiana Valerievna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department
«Automation and control systems» OSTU.
Phone: (3812) 31-05-89.
E-mail: tvvaseeva@gmail.com

Altman Evgeniy Anatolevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av. m Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer
of the department «Automatic and control
systems», Ph.D. OSTU.
Phone: (3812) 31-05-89.
E-mail: AltmanEA@gmail.com

Alexandrov Alexander Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department
«Automation and control systems» OSTU.
Phone: (3812) 31-05-89.
E-mail: alexandrov_a_v@mail.ru

Т. А. Карченкова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В
ТУРИСТСКОЙ ИНДУСТРИИ»**

В статье рассматривается метод ситуативного анализа в преподавании дисциплины «Правовое обеспечение в туристской индустрии», приведены примеры конкретных кейсов.

Ключевые слова: кейс-метод, современные образовательные технологии, компетенции, туристская индустрия.

Tatiana A. Karchenkova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING THE
DISCIPLINE "LEGAL SUPPORT IN THE TOURIST INDUSTRY"**

The article discusses the method of situational analysis in the teaching of the discipline "Legal support in the tourism industry", provides examples of specific cases.

Keywords: case method, modern educational technologies, competencies, tourist industry.

Индустрия туризма в нашей стране находится на этапе институционального становления, формирования внутриотраслевых, межотраслевых, межрегиональных и внешнеэкономических связей. Развивается туристическая инфраструктура, расширяется соответствующий сегмент рынка труда, совершенствуется система правового регулирования туристической деятельности.

Для повышения качества высшего образования по профилю «Социально-культурный сервис и туризм» важно, чтобы выпускники вузов умели эффективно применять полученные знания на практике, непрерывно обновлять их на протяжении профессиональной деятельности, оперативно реагировать на изменения экономических и социально-политических реалий. Следовательно, необходимы новые технологии, модели и подходы в обучении, а также возникновение образовательной среды, в которой будет реализовываться

многосторонняя коммуникация, принципы паритетности в работе преподавателя и студентов. Современным вызовам отвечают активные методы обучения, формирующие ключевые профессиональные компетенции менеджеров туризма непосредственно на стадии обучения в университете, развивающие способности к целеполаганию, организаторские способности, лидерские качества, умение действовать в стрессовых и кризисных ситуациях, усваивать большие объемы информации.

Для преподавания дисциплины «Правовое обеспечение в туристской индустрии» наиболее оптимальным дополнением лекционного формата является применение метода ситуационного анализа (кейс-метода) на практических занятиях. Данная техника обучения, основанная на анализе реальных социальных и бизнес-ситуаций проблемного характера, стимулирует социальную и познавательную активность студентов, их творческую мыслительную работу, благодаря чему осваиваются различные модели поведения, выстраиваются разнообразные стратегии профессиональной деятельности в конкурентной среде. Кроме того подобный подход предполагает использование имеющегося жизненного, учебного или профессионального опыта студентов для поиска решения бизнес-задачи.

Приведем примеры кейсов для занятий по правовому обеспечению в туристской индустрии.

Кейс № 1 Угроза безопасности туристов в Китае. [1]

Федеральное агентство России по туризму в новостях на своем интернет-сайте рекомендовало российским туроператорам приостановить реализацию турпродуктов, а также отдельных услуг в Китайскую Народную Республику до нормализации эпидемиологической обстановки в стране. Причиной стала вспышка в КНР опасного коронавируса и угроза заражения им отдыхающих. Также россиянам посоветовали воздержаться от поездок в республику. А туристам, уже находящимся в Китае, оставаться на территории гостиничных комплексов, за исключением случаев организованного туроператором трансфера до аэропорта вылета.

Вопросы к студентам:

1. Как поступить туристам уже оплатившим туры в Китай на ближайшие даты?
2. Имеют ли российские туристы право требовать расторжения договора о реализации туристского продукта? Если да, то на каком основании? Должен ли туроператор вернуть заказчикам полностью денежную сумму за оплаченный тур?

3. Может ли туроператор потребовать от туриста уплатить штраф за аннулированный тур? Если да, то при каких условиях?

4. План действий турагентства и туроператора, чтобы минимизировать потери.

Данный кейс можно использовать как для индивидуальной, так и коллективной работы студентов. При ответе учащиеся должны ссылаться на соответствующие статьи законов.

Справка по кейсу:

Согласно п. 1 Положения о Федеральном агентстве по туризму, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2004 г. N 901, Федеральное агентство по туризму (Ростуризм) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом, а также правоприменительные функции в сфере туризма, туристской деятельности. Пунктом 5.3.2 данного положения установлено, что Ростуризм информирует в установленном порядке туроператоров, турагентов и туристов об угрозе безопасности туристов в стране (месте) временного пребывания. В сложившихся обстоятельствах российские туристы имеют безусловное право требовать расторжения договора о реализации туристского продукта или изменения его условий в связи с существенным изменением обстоятельств, из которых стороны исходили при его заключении (ухудшение условий путешествия и другое) (ст. 10, 14 Федерального закона от 24 ноября 1996 года № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации», ст. 451 Гражданского кодекса Российской Федерации). При расторжении такого договора до начала путешествия туристу и (или) иному заказчику возвращается денежная сумма, равная общей цене туристского продукта, а после начала путешествия - ее часть в размере, пропорциональном стоимости не оказанных туристу услуг.

Также студенты могут опираться на пункт 6 Обзора судебной практики Верховного Суда Российской Федерации № 4 (2019), утвержденного Президиумом Верховного Суда Российской Федерации 25.12.2019. [2]

Хороший кейс не просто содержит описание реальной проблемы; он должен показывать типичную ситуацию, и в то же время быть актуальным, многозначным, вызывать полемику. В этой связи для подготовки кейсов на основе судебной практики желательно выбирать дела, рассмотренные судами второй инстанции, которые содержат интересный материал для дискуссии.

Кейс № 2 Замена экскурсии: ликеро-водочный магазин вместо храма. [3]

1 часть. Неудачная поездка.

В январе 2018 года жительница Красноуфимска Дарья С. приобрела в туристическом агентстве двухдневный автобусный тур на трех человек из Перми в Великий Устюг стоимостью 32 500 рублей. Изначально предложенная программа включала в себя обзорную экскурсию по городу с посещением храма Прокопия Праведного. Однако как только автобус выехал из Перми, гид сообщил об изменениях в графике первого дня: вместо запланированного посещения храма туристам предложили экскурсию по заводу по производству изделий из серебра «Северная Чернь», посещение его салона, а также посещение магазина при Устюгском ликеро-водочном заводе.

Дарью изменения в программе не устроили, так как поездка была задумана с целью духовно-познавательного обогащения несовершеннолетнего ребенка, а вместо этого была заменена коммерческой программой. Также было перенесено время выезда из Перми на более раннее, что доставило семье определенные неудобства, и вынудило заказать такси между городами, а предоставленный автобус показался Дарье не очень комфортным. По возвращении из поездки женщина направила в адрес турагентства претензию, но ее оставили без удовлетворения.

Вопросы к студентам:

1. Какими, по вашему мнению, должны быть дальнейшие действия Дарьи? Стоит ли ей обращаться в суд для защиты своих прав?
2. Как вы думаете, был ли причинен моральный вред истцу? Если да, то в какую сумму вы его бы оценили?
3. Составьте исковое заявление для Дарьи.
4. Подготовьте отзыв ответчика на исковое заявление с указанием возражений.

2 часть. Дело в суде.

Дарья С. подала иск в Красноуфимский районный суд к турагентству о возмещении убытков вследствие оказания туристической услуги ненадлежащего качества. Женщина просила вернуть 15 тысяч рублей от стоимости тура, взыскать неустойку за нарушение срока удовлетворения законных требований потребителя в размере 67 900 рублей, убытки в размере 3 342 рублей за консультационные услуги, 2 500 рублей за услуги такси до г. Пермь ввиду вынужденного проезда до места начала экскурсионного тура. Также Дарья просила суд взыскать с турагента компенсацию морального вреда в размере 10 тысяч рублей и штраф.

В процессе рассмотрения дела истец увеличила исковые требования, попросив еще 2 тысячи рублей за составление нотариальной доверенности и 7 тысяч рублей за оплату услуг представителя. Также по ее ходатайству в качестве соответчика судом было привлечено ООО «Туроператор Регион Поволжье», а третьим лицом в процессе выступило Управление Роспотребнадзора.

Вопросы к студентам:

1. Решите дело. Свой ответ обоснуйте ссылками на нормативно-правовые акты РФ.

2. В зависимости от решения суда подайте апелляционную жалобу со ссылками на статьи законов РФ. Кто имеет право подавать апелляцию?

3. Как вы думаете, каким будет итог рассмотрения апелляционной жалобы? Обоснуйте свое решение ссылками на законодательство РФ.

Если есть возможность, можно устроить ролевую игру для студентов по этому делу, с участием судьи, истца, его представителя, ответчиков, третьего лица.

Преподаватель в данном случае будет выступать в качестве модератора учебного процесса, его целью станет создание атмосферы сотрудничества и конкуренции одновременно, недопущение конфликтов, контроль соблюдения личностных прав студента. Он должен поддерживать группу, чтобы она справилась со стоящей перед ней учебной задачей.

3 часть. Апелляция.

Решением Красноуфимского районного суда в удовлетворении исковых требований было отказано в полном объеме.

Дарья С. не согласилась с решением и обжаловала его в Свердловском областном суде. Судебная коллегия, изучив материалы дела, согласилась с выводом суда первой инстанции об отказе во взыскании убытков и неустойки. Согласно ответу принимающей стороны, туристы участвовали в экскурсионном туре, воспользовались услугами в полном объеме. При этом до истца была доведена информация о праве туроператора на перенос времени выезда, а также внесение изменений в экскурсионную программу.

Однако суд первой инстанции не учел, что туроператором не было представлено никаких доказательств своевременного доведения до истца информации по изменению экскурсионной программы первого дня, что нарушило его право на возможность выбора услуги и право на отказ от предложенной услуги до выезда из Перми.

В связи с этим судебная коллегия сделала вывод, что ответчиком были

нарушены права Дарьи С. и в соответствии с законом «О защите прав потребителей» она имеет право на взыскание компенсации морального вреда. Так как изменение пункта программы является единственным доказанным нарушением со стороны ответчика, все остальные претензии не нашли подтверждения, судебная коллегия отменила решение Красноуфимского районного суда в части отказа во взыскании с турагентства компенсации морального вреда и штрафа и постановила взыскать с ООО «Туроператор Регион Поволжье» 3 тысячи рублей и штраф в размере 1 500 рублей в счет компенсации морального вреда истца. В остальной части решение оставлено без изменений.

Вопросы к студентам:

1. Прокомментируйте данное решение суда, опираясь на законодательство РФ.

Российская исследовательница Наталия Зайцева выделяет два подхода к подготовке кейсов: традиционный, основанный на интервью с сотрудниками и руководителями предприятий индустрии туризма, и адаптированный, опирающийся на вторичную информацию (статьи, видеоматериалы и т.п.).[4] Первый подход более трудоемкий, но и более эффективный. Второй же наиболее часто реализуется в учебных заведениях, благодаря своей доступности.

Таким образом, важнейшим условием активизации познавательной деятельности, развития компетенций будущего менеджера по туризму является использование современных активных методов обучения. Метод ситуативного анализа способствует формированию таких качеств мышления, которые помогают студентам самостоятельно находить и усваивать нужные знания, продуцировать новые идеи, оперировать большими объемами информации, постоянно самосовершенствоваться, быть гибкими и мобильными, готовыми к работе в условиях жесткой конкуренции.

Список литературы

1. Официальный сайт Федеральное агентство по туризму [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.russiatourism.ru/news/16533>.
2. Официальный сайт Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru>
3. Официальный сайт Свердловский областной суд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekboblsud.ru/news.php?id=2115>.

4. Зайцева, Н. А. Использование кейс-метода для обучения студентов вузов сервиса и туризма / Н. А. Зайцева // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. Научный журнал. –2013. – № 2. – С. 28 – 32.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Карченкова Татьяна Анатольевна
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Кандидат исторических наук.
E-mail: karchenkova@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Karchenkova Tatiana Anatolievna
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000, the Russian
Federation.
PhD in History.
E-mail: karchenkova@yandex.ru

УДК 550.837

А. А. Лаврухин, А. С. Туканова, А. С. Онуфриев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В статье рассматриваются основные этапы исследований неоднородных сред методом магнитотеллурического зондирования и приводятся основные перспективные направления развития данного метода.

Ключевые слова: магнитотеллурическое зондирование, обработка сигналов, статистические методы, машинное обучение.

Andrey A. Lavrukhin, Alena S. Tukanova, Alexander S. Onufriev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

DEVELOPMENT PROSPECTS AND RESEARCH PROBLEMS OF MAGNETOTELLURIC SOUNDING

The authors consider main stages of the investigation of inhomogeneous environment by the method of magnetotelluric sounding and present the main promising directions for the development of this method.

Keywords: magnetotelluric sounding, signal processing, statistical methods, machine learning.

Метод магнитотеллурического зондирования (МТЗ) заключается в регистрации, обработке и интерпретации вариаций естественного электромагнитного поля Земли и применяется для оценки залежей минеральных ресурсов.

В основе теории МТЗ лежит модель Тихонова-Каньяра, согласно которой плоская электромагнитная волна возбуждает горизонтально-слоистую Землю. На поверхности этой модели составляющие электромагнитного поля в частотной области связаны следующими соотношениями [1]:

$$\begin{cases} E_x(\omega) = Z_{xx}(\omega) \cdot H_x(\omega) + Z_{xy}(\omega) \cdot H_y(\omega) \\ E_y(\omega) = Z_{yx}(\omega) \cdot H_x(\omega) + Z_{yy}(\omega) \cdot H_y(\omega) \end{cases} \quad (1)$$

где ω – частота; $E_x(\omega)$, $E_y(\omega)$, $H_x(\omega)$, $H_y(\omega)$ – спектры компонент электрического и магнитного поля на определенной частоте; Z_{ij} – компоненты основной функции отклика – тензора импеданса

$$[Z] = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Можно выделить четыре основных этапа магнитотеллурических исследований: подготовительный этап, этап полевых работ, этап обработки данных, этап анализа и интерпретации данных.

На этапе подготовки выполняется сбор геофизической информации, моделируются предполагаемые аномалии, составляются априорные модели и выбирается оптимальная методика наблюдений.

Этап полевых работ заключается в получении временных рядов компонент естественного электромагнитного поля. Сначала выполняются работы по подготовке аппаратуры и раскладке электрических и магнитных датчиков. Основную часть полевых работ составляет процесс регистрации вариаций электромагнитного поля – изменений электромагнитного поля Земли по величине и направлению в диапазоне частот, определяемом необходимой глубиной исследований.

При проведении полевых работ регистрируются вариации двух составляющих электрического поля и двух (или трех) составляющих магнитного поля в рядовых точках с периодом от нескольких секунд до десятков минут и выполняется первичная обработка полученных данных. Одним из перспективных направлений развития метода является переход от единичных измерений к площадным и концентрация исследований в районах, где МТЗ наиболее эффективно.

На этапе обработки данных осуществляется переход от записей временных рядов компонент магнитотеллурического (МТ) поля к их спектральным оценкам и получение передаточной функции (2), связывающей компоненты МТ-поля в частотной области. Важнейшей составляющей данного этапа является коррекция временных рядов записей МТ-поля – обнаружение и исключение промышленных и других видов помех (скачки, выбросы, экспоненциальные затухания) путем применения различных типов фильтрации и алгоритмов обработки, основанных на статистических методах – методах регрессионного и корреляционного анализа (методы Юла-Уолкера, Берга и др.). Обеспечение высокой помехоустойчивости является одной из ключевых инженерно-технических задач, способствующих развитию магнитотеллурического метода.

Для оценки компонент вышеуказанной передаточной функции выполняется переход из временной области в частотную посредством преобразования Фурье, либо с использованием спектрально-временного анализа (вейвлет-преобразование, метод периодограмм (Бартлетта, Даньелла, Уэлча), преобразования Вигнера-Вилла, Чои-Вильямса, Борна-Жордана-Коэна, Гильберта-Хуанга и др. [4]).

Наиболее актуальной является фундаментальная проблема метода МТЗ – достоверное и устойчивое оценивание передаточной функции (2) и дальнейшее исследование ее информативности.

Существует ряд подходов к оценке компонент тензора импеданса. Одним из широко распространенных является классический метод наименьших квадратов (МНК), минимизирующий сумму квадратов невязок для системы (1) [2, 5]. Однако МНК чувствителен к присутствующим в магнитотеллурических сигналах шумам. Эта проблема решается с использованием различных робастных методов. Наиболее гибкий из них – метод М-оценок (оценок типа максимального правдоподобия), который состоит в минимизации суммы менее быстро растущих функций – функций от остатков $r = [E] - [Z][H]$. М-оценки также могут быть получены путем поиска максимума функции правдоподобия – логарифмической функции параметров для заданного набора остатков [2, 7] или с помощью решения системы (1) методом взвешенных наименьших квадратов с использованием весовых функций Хьюбера, Томпсона и др. [2, 5]. Данные оценки не являются инвариантными относительно масштаба, поэтому сопровождаются вычислением дополнительных оценок (оценок масштаба) [2, 6, 8].

Часто при решении практических задач требуется обеспечить и точность,

и надежность вычислений, поэтому импедансные характеристики могут быть представлены не только точечными, но и интервальными оценками, что позволит получить наиболее достоверную геоэлектрическую картину.

Оценки компонент тензора импеданса являются несмещенными в том случае, если временные ряды МТ-поля не содержат помех. В работе [3] приводятся несколько решений проблемы смещения оценок, к которым, в первую очередь, относится отбраковка оценок с низкой когерентностью (дальнейшей обработке подвергаются только те спектральные оценки, значение когерентности которых выше некоторого порогового значения) и применение метода удаленной базы (использование сигналов, зарегистрированных на некотором расстоянии от точки наблюдения).

По значениям кажущегося удельного электрического сопротивления строятся гладкие амплитудные и фазовые кривые магнитотеллурического зондирования (кривые кажущегося сопротивления и фазы импеданса) в широком диапазоне частот, которые используются в процедурах анализа и инверсии магнитотеллурических данных.

На этапе интерпретации выполняется построение геоэлектрического разреза и его геофизическое истолкование. Одной из важнейших научных задач является построение интерпретационных моделей с привлечением гидрогеологических, литологических и петрологических данных, что позволит получить новые научно-обоснованные геолого-геофизические результаты.

Существующие методы интерпретации данных МТЗ испытывают затруднения, связанные с нелинейностью и некорректностью многомерных обратных задач геоэлектрики. Современные регистраторы МТ-полей и вычислительные мощности позволяют собирать и обрабатывать большие объемы данных. Однако при интерпретации применяются одномерные, либо сильно сглаженные и малопараметрические двумерные модели геоэлектрических сред. При этом вся обработка данных, как правило, проводится после их сбора, что затрудняет оценивание корректности измеряемых данных при электроразведочных полевых работах методом МТЗ.

В настоящее время измерительная и вычислительная техника позволяют для интерпретации геофизических сред использовать двумерные и трехмерные физико-геологические модели. При решении геофизических задач современной магнитотеллурики рассматриваются способы применения искусственных нейронных сетей (ИНС), которым характерны эффективность решения нелинейных задач и проведения интерполяции и экстраполяции данных,

возможность построения выводов об объекте на основе зашумленных или неполных данных. В геофизике ИНС можно применить при решении обратных задач и интерпретации результатов МТЗ [9].

ИНС может использоваться при трехмерной интерпретации данных МТЗ, при этом скорость обработки данных будет зависеть только от их количества.

ИНС можно применить при реконструкции параметров трехмерного объекта. Для этого требуется создать базу обучающих данных, проанализировать данные на полноту и «незашумленность», произвести поиск параметров. В случае нахождения искомой модели объекта среди моделей, использованных при обучении нейронной сети, эффективность такого подхода может быть высока. Это позволит проводить быстрый поиск параметров объекта в полевых условиях на неполных и «шумных» данных.

ИНС могут повысить точность решения обратной задачи МТЗ, для этого с помощью ИНС строится приближенная модель объекта, которая уточняется одним из методов инверсии.

Для построения трехмерной геоэлектрической модели достаточно затруднительно произвести МТЗ всей площади обследуемого региона. При этом часто образуются «пробелы» в данных. При использовании ИНС существует возможность неполноту данных некоторого параметра благодаря другим коррелирующим с ним параметрам.

Горные породы в недрах Земли характеризуются различными физическими свойствами, например, скоростью распространения сейсмических волн, электрическим сопротивлением, плотностью и магнитной восприимчивостью пород, которые важны для построения геологических моделей. Их совместный анализ может быть использован для косвенной оценки характеристик обследуемой области. В процессе этого строятся кластеры в пространстве признаков или координат.

Кластеризация (естественная классификация) – процесс объединения в группы объектов, обладающих схожими признаками. При этом ни группы признаков, ни их количество заранее не определены, они формируются в процессе работы системы исходя из близости объектов.

Такую кластеризацию можно проводить с помощью самоорганизующихся карт Кохонена. Обучение ИНС проводится без учителя, т.е. в процессе обучения нет сравнения выходов нейронов с эталонными значениями. В результате обучения карта Кохонена классифицирует входные данные на кластеры, распределяя входные векторы близких признаков на

группы схожих элементов.

Таким образом, метод МТЗ имеет перспективы развития в следующих направлениях:

- совершенствование аппаратно-программных средств для синхронных измерений и первичной обработки данных в режиме реального времени с целью оценивания качества получаемого полевого материала;
- поиск наиболее эффективного по вычислительным затратам алгоритма, гарантирующего приемлемую оценку зависящего от частоты тензора импеданса и разработка соответствующих программ;
- исследование применимости ИНС, которые потенциально могут облегчить анализ, моделирование и интерпретацию геофизических данных.

Список литературы

1. Бердичевский, М. Н. Анализ и интерпретация магнитотеллурических данных / М. Н. Бердичевский, В. И. Дмитриев, Д. Б. Новиков, В. В. Пастуцан. – М.: Диалог-МГУ, 1997. – 161 с.
2. Хьюбер, Дж. П. Робастность в статистике / Дж. П. Хьюбер. – М.: Мир, 1984. – 304 с.
3. Muller, A. A New method to compensate for bias in magnetotellurics / A. Muller // *Geophysical. Journal International.* – 2000. – №142. – P. 257 – 269.
4. Chant, I. J. Time-frequency analysis of magnetotelluric data / I. J. Chant, L. M. Hastie // *Geophysical. Journal International.* – 1992. – №111. – P. 399 – 413.
5. Egbert, G. D. Robust estimation of geomagnetic transfer functions / G. D. Egbert, J. R. Booker // *Geophysical. Journal International.* – 1986. – № 86. – P. 173 – 194.
6. Chave, A. D. On the robust estimation of power spectra, coherences, and transfer functions / Alan D. Chave, D. J. Thomson // *Journal of Geophysical Research.* – 1987. – №92. – P. 633 – 648.
7. Chave, A. D. Estimation of the Magnetotelluric Response Function: The Path from Robust Estimation to a Stable Maximum Likelihood Estimator / Alan D. Chave // *Surv Geophys.* – 2017. – №38. P. 837 – 867.
8. Eisel, M. On the stability of magnetotelluric transfer function estimates and the reliability of their variances / M. Eisel, G. D. Egbert. // *Geophysical. Journal International.* – 2001. – №144. – P. 65 – 82.
9. Спичак, В. В. Применение искусственных нейросетей в задачах геоэлектрики / В. В. Спичак // *Геоинформатика.* – 2010. – №3. – С. 57 – 67.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лаврухин Андрей Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-05-89
E-mail: lavruhinaa@gmail.com

Онуфриев Александр Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС). Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.
Аспирант ОмГУПС.
E-mail: onufrievas@gmail.com

Туканова Алена Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС). Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.
Менеджер информационных ресурсов.
E-mail: tas22.09@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lavrukhin Andrey Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
Russian Federation.
Ph.D. in Technical Sciences, Docent at the Department of «Automatics and Control Systems» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-05-89
E-mail: lavruhinaa@gmail.com

Onufriev Alexander Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
Russian Federation.
Post-graduate student of OSTU.
E-mail: onufrievas@gmail.com

Tukanova Alena Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
Russian Federation.
Information resource manager.
E-mail: tas22.09@mail.ru

УДК 656.259.12:004.85:004.896

И. В. Присухина, С. А. Лунёв

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В статье рассмотрены вопросы построения алгоритма классификации режимов работы рельсовой цепи с применением искусственной нейронной сети. Невозможность разделения шунтового и контрольного режимов при классификации резко снижает эффективность перевозочного процесса или ставит под угрозу безопасность движения на железнодорожном транспорте. Разработанный в статье алгоритм классификации выполняет указанное разделение, однако в силу своей вычислительной сложности уступает другим алгоритмам, реализованным ранее в рамках рассматриваемой задачи. В заключении статьи сделан вывод о целесообразности использования искусственной нейронной сети с целью классификации режимов работы рельсовой цепи.

Ключевые слова: рельсовая цепь, искусственная нейронная сеть, классификация, автоматика и телемеханика, среда Octave.

ON THE PROBLEM OF TRACK CIRCUIT STATE CLASSIFICATION USING THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

In the article, we propose a modified track circuit state classification algorithm based on artificial neural network. The lack of ability to distinguish three track circuit states separately disables train moving safety and its economy profits. We use modern machine classification techniques and special publically available software libraries. There are some limitations of the created algorithm. In conclusion there is a summary review of a expediency to apply an algorithm in real word tasks.

Keywords: track circuit, artificial neural network, classification task, signaling, Octave.

На железнодорожном транспорте для идентификации поезда на участке пути, а также контроля его целостности применяются рельсовые цепи [1], [2]. Данные устройства могут функционировать в трех режимах: нормальный, шунтовой и контрольный. Существующие методы классификации режимов [3], [4] не гарантируют отделение каждого из них друг от друга. Такая проблема существенным образом снижает экономическую эффективность перевозочного процесса по причине длительных задержек поездов, вызванных некорректными результатами классификации. Следовательно, актуальным направлением исследований является разработка алгоритмов, способных классифицировать каждый из режимов в отдельности с высокой степенью достоверности результатов.

Одним из вариантов решения указанной проблемы является построение алгоритма классификации на основе искусственной нейронной сети.

Необходимым требованием при классификации на основе искусственной нейронной сети является наличие обучающей выборки. Под обучающей выборкой в случае рельсовой цепи подразумевается совокупность значений токов и напряжений, зафиксированных на ее входе и выходе в каждом из режимов работы. В рамках рассматриваемой задачи используем обучающую выборку X , y , синтезированную по модели рельсовой цепи из [5], и задействованную для разработки алгоритмов в [6], [7]. Для удобства приведем визуализацию обучающей выборки на рисунке 1.

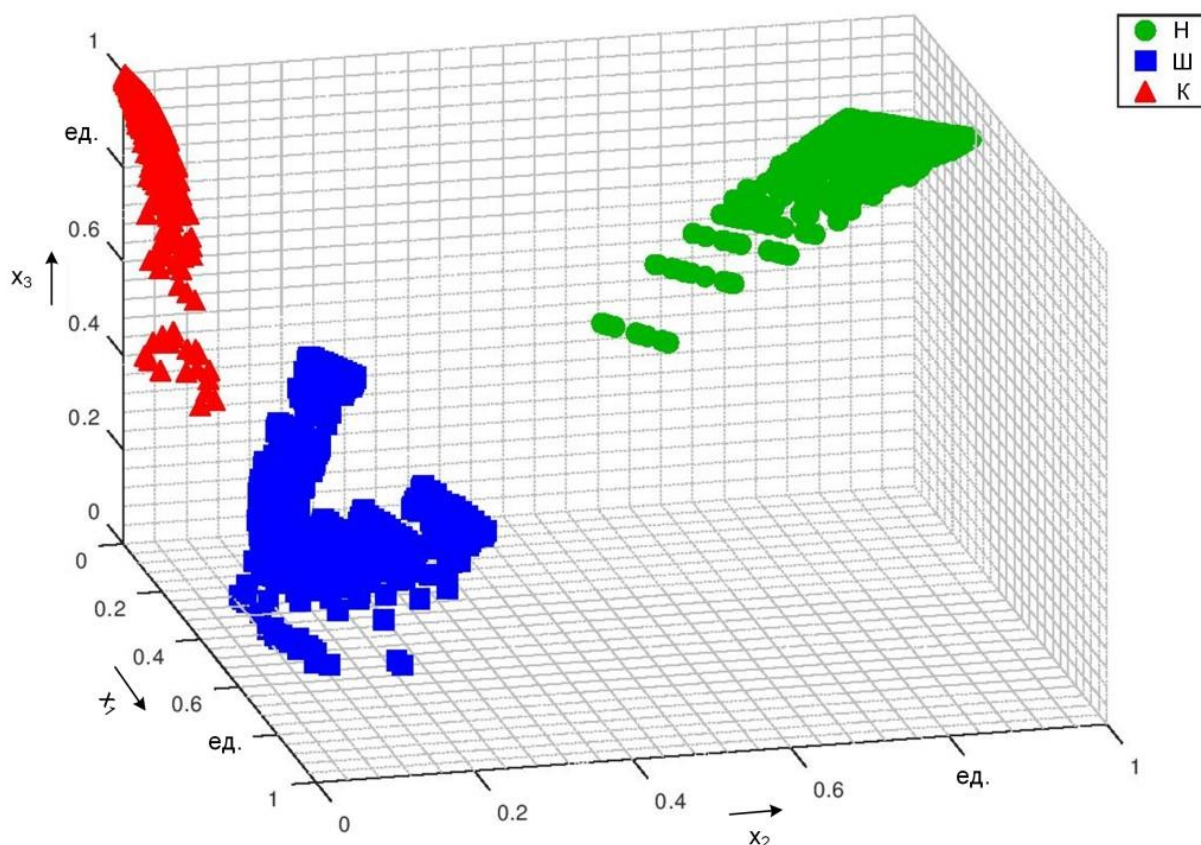


Рисунок 1 – Визуализация обучающей выборки в пространстве трех информативных признаков: x_1 – модуль тока на входе рельсовой цепи, x_2 – модуль напряжения на выходе рельсовой цепи, x_3 – фаза напряжения на выходе рельсовой цепи

Для классификации на основе искусственной нейронной сети необходимо определиться с ее оптимальной конфигурацией. Это обозначает, что при известном числе нейронов во входном (n) и выходном слоях (k), следует вычислить число нейронов в ее скрытом слое (h). Так при классификации в пространстве трех информативных признаков с задачей разделения трех режимов число нейронов во входном слое $n=3$, в выходном – $k=3$.

Определение числа нейронов в скрытом слое h , а также соответствующих ему значений весовых коэффициентов искусственной нейронной сети $\mathbf{W}^{[1]}$, $\mathbf{W}^{[2]}$ (что принято называть обучением) реализуем при помощи алгоритма, разработанного в [8]. В качестве диапазона изменения числа h установим интервал [2, 15]. Процесс поиска значений весовых коэффициентов реализуем при помощи алгоритма обратного распространения, особенности которого рассмотрены, например, в [9]. Расчет значения функции ошибки на очередной итерации алгоритма обратного распространения осуществляется по формуле (1):

$$J(\mathbf{W}^{[1]}, \mathbf{W}^{[2]}) = \frac{1}{m} \cdot \left[\begin{array}{l} -\mathbf{y}_{\text{train}} \cdot \ln h(\mathbf{X}_{\text{train}}, \mathbf{W}^{[1]}, \mathbf{W}^{[2]}) - \\ -(1 - \mathbf{y}_{\text{train}}) \cdot \ln(1 - h(\mathbf{X}_{\text{train}}, \mathbf{W}^{[1]}, \mathbf{W}^{[2]})) \end{array} \right] + \frac{\lambda}{2m} \left[\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^3 (\mathbf{W}_{i,j}^{[1]})^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^h (\mathbf{W}_{i,j}^{[2]})^2 \right], \quad (1)$$

где $\mathbf{X}_{\text{train}}$, $\mathbf{y}_{\text{train}}$ – поднабор обучающей выборки $\mathbf{X}$, $\mathbf{y}$, необходимый для оптимизации $\mathbf{W}^{[1]}$, $\mathbf{W}^{[2]}$ на одной итерации,

m – число обучающих примеров, соответствующее размеру $\mathbf{X}_{\text{train}}$,

λ – параметр регуляризации (принят равным 1 [9]).

В результате обучения искусственной нейронной сети в пространстве трех информативных признаков получены графики изменения функции ошибки $J(\mathbf{W}^{[1]}, \mathbf{W}^{[2]})$ и точности классификации A , показанные на рисунке 2.

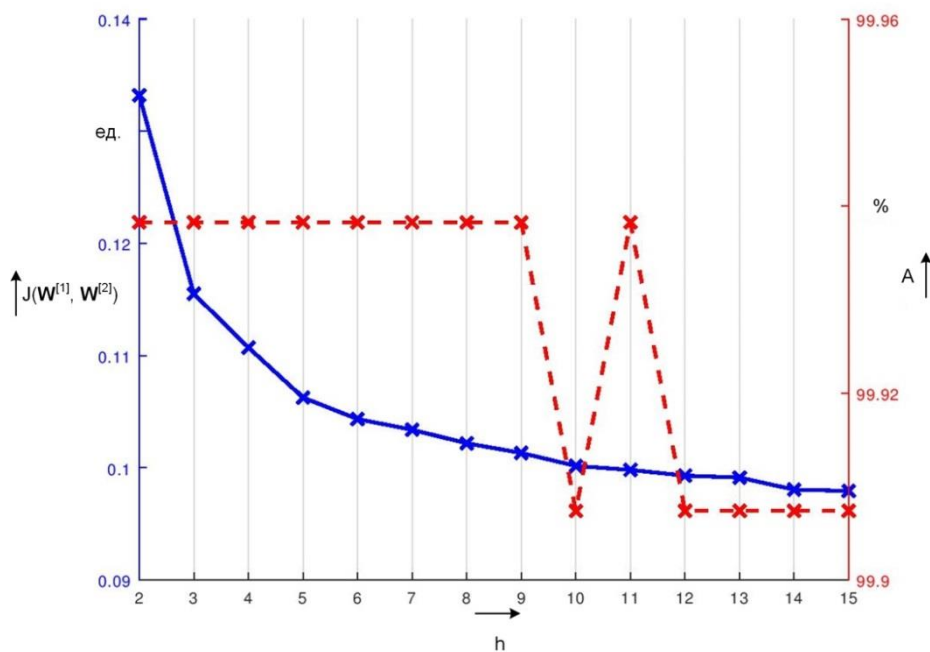


Рисунок 2 – Графики изменения значения функции ошибки и точности искусственной нейронной сети в пространстве трех информативных признаков

Из полученных на рисунке 2 графиков следует, что при усложнении архитектуры искусственной нейронной сети (росте значения h), при ожидаемых уменьшении значения функции ошибки $J(\mathbf{W}^{[1]}, \mathbf{W}^{[2]})$ и росте точности классификации A происходит снижение последней. Это обозначает, что в качестве оптимального значения для h в данном случае следует выбрать наиболее простую архитектуру искусственной нейронной сети, при которой точность классификации максимальна (99,94%). Таким образом, установим, что $h=2$.

Архитектура искусственной нейронной сети, подобранная в результате ее обучения, показана на рисунке 3.

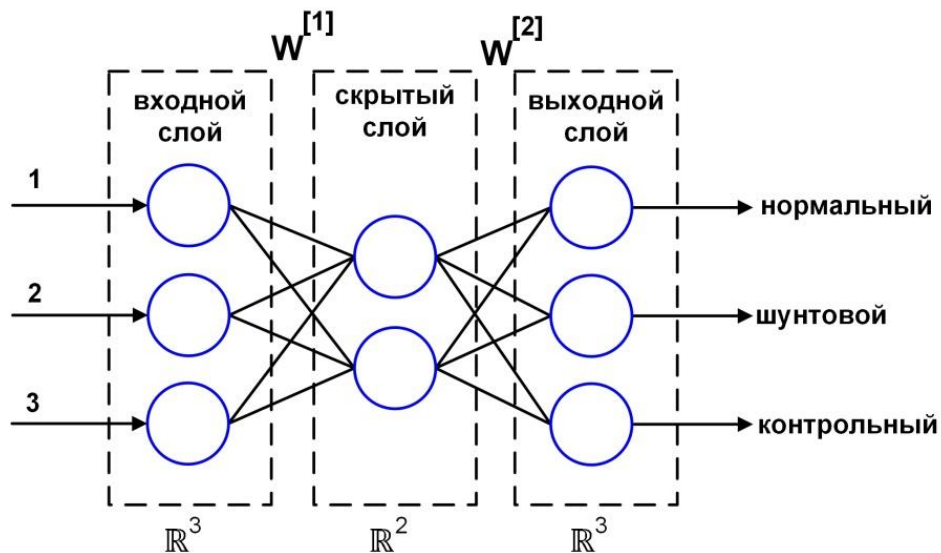


Рисунок 3 – Граф архитектуры искусственной нейронной сети для классификации в пространстве трех информативных признаков

Классификация нового вектора информативных признаков $\mathbf{x} = \langle x_1, x_2, x_3 \rangle$ на основе искусственной нейронной сети выбранной архитектуры осуществляется по формулам (2), (3):

$$\begin{aligned}
 \mathbf{a}^{[1]} &= \mathbf{x}, \\
 \mathbf{z}^{[2]} &= \mathbf{W}^{[1]} \cdot \mathbf{a}^{[1]}, \\
 \mathbf{a}^{[2]} &= g(\mathbf{z}^{[2]}), \\
 \mathbf{z}^{[3]} &= \mathbf{W}^{[2]} \cdot \mathbf{a}^{[2]}, \\
 \mathbf{a}^{[3]} &= g(\mathbf{z}^{[3]}),
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$g(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \tag{3}$$

где $g(z)$ – сигмоидальная функция [10],

$\mathbf{a}^{[3]}$ – результирующий вектор значений сигмоидальной функции, определяющий вероятность принадлежности вектора информативных признаков $\mathbf{x}$ к одному из трех режимов.

Визуализация границ принятия решения в трехмерном пространстве информативных признаков, вычисленных на основе искусственной нейронной сети, может быть показана при помощи развертки сторон равномерно заполненного значениями информативных признаков куба с единичной гранью (рисунок 4).

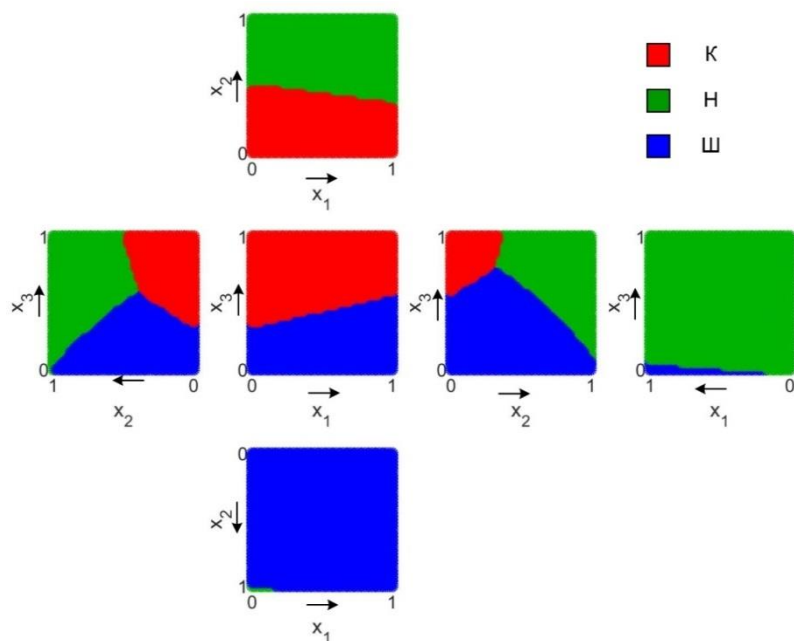


Рисунок 4 – Визуализация границ принятия решения в трехмерном пространстве информативных признаков

При переходе в двумерное пространство информативных признаков (например, при исключении информативного признака x_3) визуализация обучающей выборки имеет вид, показанный на рисунке 5.

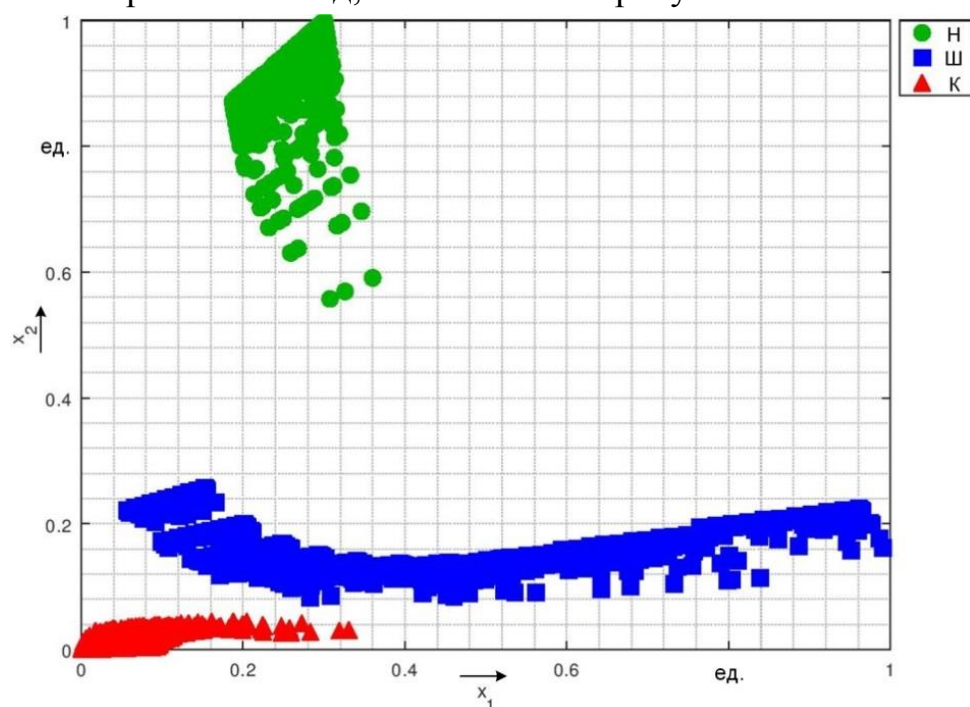


Рисунок 5 – Визуализация обучающей выборки в пространстве трех информативных признаков: x_1 – модуль тока на входе рельсовой цепи, x_2 – модуль напряжения на выходе рельсовой цепи

Графики изменения значения функции ошибки и точности искусственной нейронной сети, полученные при определении значения числа h , в данном случае имеют вид, представленные на рисунке 6.

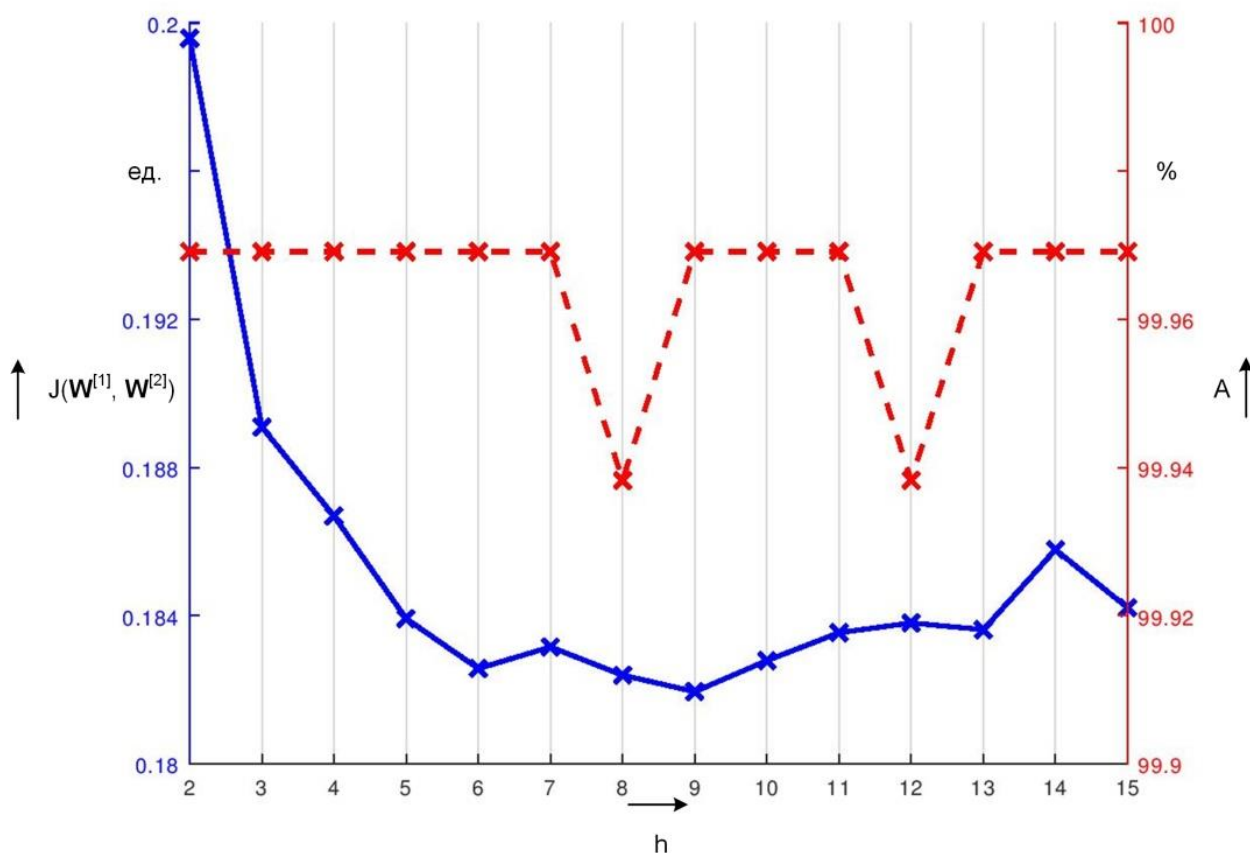


Рисунок 6 – Графики изменения значения функции ошибки и точности искусственной нейронной сети в пространстве двух информативных признаков

По аналогии с рассуждениями для случая трехмерного пространства информативных признаков выберем значение для h , равное 2, при котором архитектура искусственной нейронной сети наиболее простая при максимальном значении точности классификации (99,97%).

Граф архитектуры искусственной нейронной сети для двумерного пространства информативных признаков по сравнению с графом на рисунке 3 изменяется незначительно: количество нейронов во входном слое (n) будет равно двум.

Визуализация границ принятия решения при классификации в пространстве двух информативных признаков показана на рисунке 7.

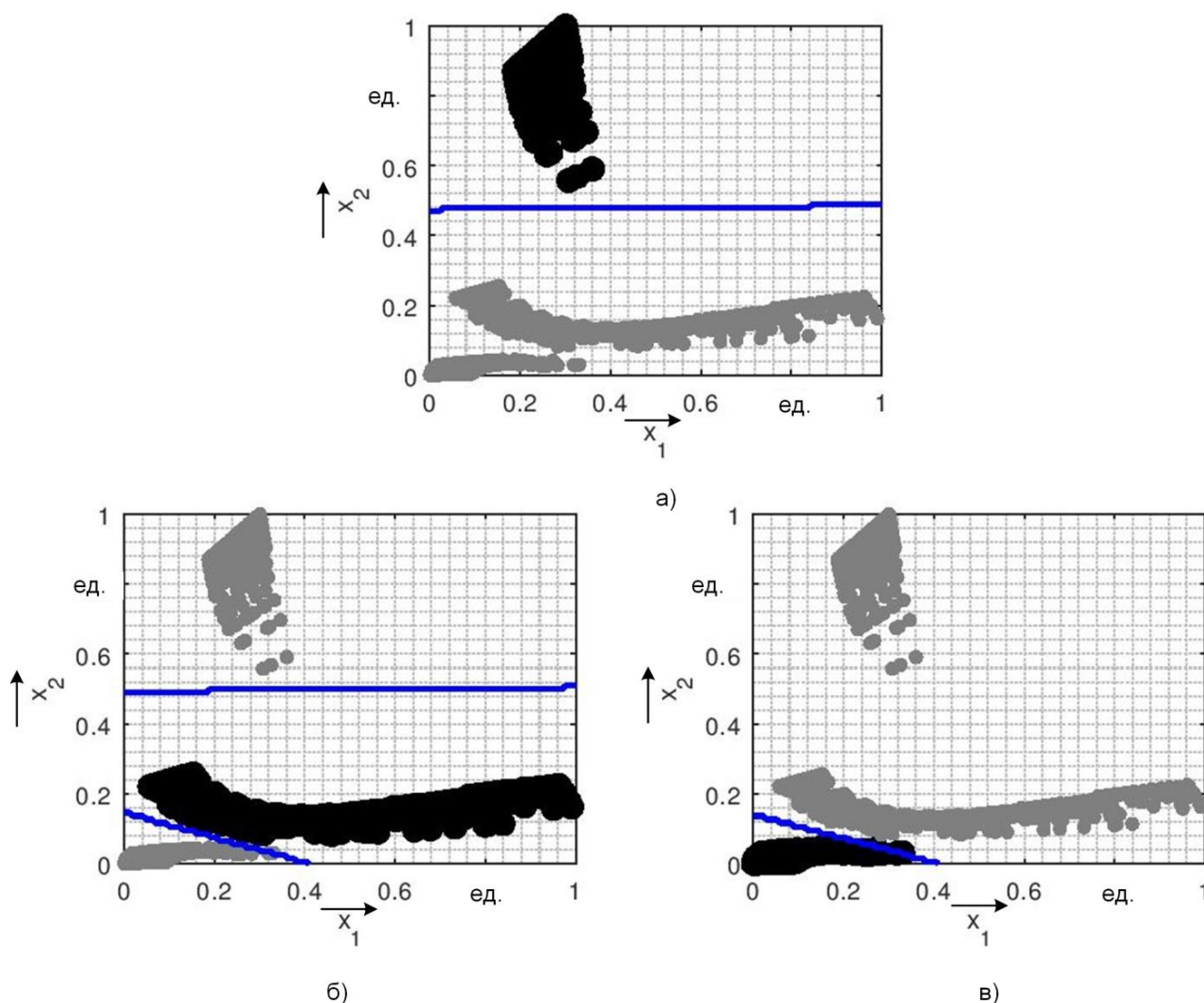


Рисунок 7 – Визуализация границ принятия решения в двумерном пространстве информативных признаков: а – для нормального режима, б – для шунтового режима, в – для контрольного режима

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что алгоритм классификации, построенный на основе искусственной нейронной сети как в трехмерном, так и в двумерном пространстве информативных признаков не позволяет достичь 100% точности классификации в отличие от, например, метода опорных векторов из [7] или метода с полиномиальным преобразованием Эрмита из [11], разработанных для решения той же задачи. Достигнутые результаты подтверждают, что применение искусственных нейронных сетей в низкоразмерных пространствах информативных признаков (<100) в большинстве случаев не оправдано в силу своей вычислительной сложности [12].

Список литературы

1. Брылеев, А. М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей / А. М. Брылеев. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.
2. Аркатов, В. С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог / В. С. Аркатов. – М.: Миссия-М, 2006. – 496 с. – ISBN 978-5-903538-01-0.
3. Бушуев, А. В. Рельсовые цепи: теоретические основы и эксплуатация: монография / А. В. Бушуев, В. И. Бушуев, С. В. Бушуев. – Екатеринбург: УрГУПС, 2014. – 311 с.
4. Кондратьева, Л. А. Рельсовые цепи в устройствах СЦБ / Л. А. Кондратьева. – М.: Маршрут, 2005. – 32 с.
5. Борисенко, Д. В. Математическая модель рельсовой цепи для генерации обучающей выборки / Д. В. Борисенко, И. В. Присухина, С. А. Лунёв // Известия Транссиба. – 2017. – № 4 (32). – С. 111 – 121.
6. Борисенко, Д. В. Машинная классификация режима работы электрической рельсовой цепи на основе логистической регрессии / Д. В. Борисенко, И. В. Присухина, С. А. Лунёв // Омский научный вестник. – 2018. – № 4 (160). – С. 67–72. – DOI: 10.25206/1813-8225-2018-159-00-00.
7. Присухина, И. В. Машинная классификация режима работы электрической рельсовой цепи методом опорных векторов / И. В. Присухина, Д. В. Борисенко // Омский научный вестник. – 2018. – № 6 (162). – С. 126–130. – DOI: 10.25206/1813-8225-2018-162- 126-130
8. Присухина, И. В. Совершенствование алгоритмов машинной классификации состояний рельсовых электротехнических систем в составе автоматической локомотивной сигнализации / И. В. Присухина, Д. В. Борисенко // Омский научный вестник. – 2019. – № 6 (168). – С. 63–69. – DOI: 10.25206/1813-8225-2019-168-63-69.
9. Goodfellow, I. Deep learning / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 775 p. ISBN 0262035618; 978-0262035613.
10. Bishop, C. M. Pattern recognition and machine learning / C. M. Bishop. – NY: Springer, 2010. – 738 p. ISBN 978-0-387-31073-2.
11. Присухина, И. В. К вопросу о классификации режима работы рельсовой цепи с применением ортогональных многочленов Эрмита / И. В. Присухина, Д. В. Борисенко, С. А. Лунев // Разработка и эксплуатация электротехнических комплексов и систем энергетики и наземного транспорта:

Материалы третьей межд. науч.-практ. конф. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2018. – С. 67 – 76.

12. Chollet, F. Deep learning with Python / F. Chollet. – NY: Manning Publ., 2017. – 384 p. – ISBN 978-1617294433.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Присухина Илона Вадимовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация

Аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-72.

E-mail: prisukhinaiv@omgups.ru

Лунёв Сергей Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-72.

E-mail: lunevsa@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Prisukhina Ilona Vadimovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate student of the Signalling and Interlocking Department OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-72.

E-mail: prisukhinaiv@omgups.ru

Lunev Sergey Aleksandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Ph.D. in Technical Sciences, Head of the Signalling and Interlocking Department OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-72.

E-mail: lunevsa@omgups.ru

УДК 621.9.65.015.13

А. А. Рауба, Д. А. Бейсембаев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В статье приведены результаты анализа данных вагоноремонтных депо по трудоемкости и затратам на ремонт грузовых вагонов как по основным узлам, так и по технологическим операциям.

Ключевые слова: абсолютные и относительные значения, распределения, диаграммы, слесарные и сварочно-наплавочные операции, механическая обработка, окраска.

PERFORMANCE ANALYSIS OF LABOUR CAPACITY OF DEPOV REPAIR OF FREIGHT CARS

The article presents the results of analysis of data of car repair depots on labor intensity and costs for repair of freight cars both for the main nodes and for technological operations.

Keywords: accuracy of wheel processing, permissible errors, technological inheritance of deviation of surface shape, rigidity of technological system.

Технико-экономическая эффективность технологии ремонта вагона в целом и отдельных её составляющих технологического процесса может быть оценена по значению их трудоемкости T_p :

$$T_p = \sum_{i=1}^n T_{pi}, \quad (1)$$

где T_{pi} – трудоемкость ремонта i -й составной части ремонтируемого подвижного состава, чел-час;

n – количество составных частей.

Эти показатели для большинства ремонтных предприятий существенно различаются практически по всем составляющим. Поэтому данные из справочно-нормативной литературы и данные вагоноремонтных депо Омск-Сортировочный, Московка и Тайга для удобства анализа пересчитаны в относительные единицы.

Средняя трудоемкость ремонта в зависимости от типа вагона колеблется от 40 – для четырехосной цистерны, до 130 чел-ч – для полувагона [1].

При деповском ремонте вагонов неисправности устраняются следующими технологическими методами: слесарной обработкой; электрогазосварочными и наплавочными; механической обработкой, нанесением различных покрытий и др. Конкретные данные о доли применения в ремонтном производстве каждого из указанных технологических методов в литературе отсутствуют. Результаты анализа данных вагонных депо приведены в табл.1. и 2

В последние годы наметилась устойчивая тенденция повышения трудоемкости ремонта вагонов, которая связана с увеличением степени их изношенности, как по основным узлам, так и в целом. Это объясняется

переходом на ремонт после гарантированного пробега. Вагоноремонтные депо вынуждены восстанавливать предельно изношенные детали и узлы. Поэтому наряду с ремонтом среднего объема выполняют ремонт повышенного объема, так называемый “капитальный ремонт”.

Таблица 1

Распределение технологических операций по трудоемкости ремонта
среднего объема (46,6 чел-ч), 4-хосного полувагона
(по данным вагоноремонтных депо Омск-Сортировочный и Тайга)

Элементы конструкции	Наименование операций				Итого
	Слесарные работы	Сварка и наплавка	Механическая обработка	Окраска	
Рама и кузов	9,6 /20,6	8,5 /18,2	0,5 /1,1	3 /6,4	21,6 /46,4*
Тележки	3,39 /7,3	0,24 /0,5	2,64 /5,7	–	5,73 /12,3
Автосцепное устройство	0,98 /2,1	0,78 /1,7	1,1 /2,4	–	2,86 /6,1
Тормозное оборудование	4,32 /9,3	–	–	–	4,32 /9,3
Колесные пары	9,42 /20,2	–	2,45 /5,3	0,2 /0,4	12,05 /25,9
Итого:	27,7 /59,5	9,02 /19,4	6,69 /14,4	3,2 /6,8	

*-в числителе – трудоемкость, чел-ч., в знаменателе – доля от общей трудоемкости, %.

Таблица 2

Распределение технологических операций по трудоемкости ремонта
повышенного объема (171 чел-ч), 4-хосной цистерны
(по данным вагоноремонтного депо Омск - Сортировочный)

Элементы конструкции	Наименование операций				Итого
	Слесарные работы	Сварка и наплавка	Механическая обработка	Окраска	
Рама и кузов	16,64 /9,7	8,21 /4,8	5,3 /3,1	10,5 /6,1	40,6/23,8*
Тележки	8,72 /5,1	21,53 /12,6	19,7 /11,5	-	49,9/29,2
Автосцепное устройство	1,56 /0,9	6,4 /3,7	8,13 /4,75	-	16,1/9,4
Колесные пары	23 /13,45	3 /1,75	5,85 /3,42	1,28 /0,7	33,1/19,4
Итого:	48,36 /28,2	39,14 /22,9	38,94 /22,8	11,8 /6,9	

*-в числителе – трудоемкость, чел-ч., в знаменателе – доля от общей трудоемкости, %.

Сопоставлением данных табл.1 и 2 выявлены следующие закономерности в ремонте вагонов различного объема трудоемкости:

- основные трудозатраты на деповской ремонт среднего объема около 50 % приходятся на раму и кузов, а для ремонта повышенного объема – всего 23,8 %;

- ремонт тележек повышенного объема составляет более 30 % всей трудоемкости;

- доля общих затрат на ремонт колесных пар больше при среднем объеме (см. рис. 1).

Распределение относительных значений трудоемкости этих технологических операций по узлам вагонов представлены на диаграммах (рис. 1 – 3), построенных по данным табл. 1 и 2.

Из диаграмм (рис. 2, 3) видно, что объем слесарных работ как для отдельных узлов, так и для вагона в целом заметно выше объема других видов. Это является традиционным для ремонтного производства и объясняется большой долей ручного труда и низким уровнем механизации.

Электрогазосварочные и наплавочные работы для среднего объема прежде всего используются при ремонте рамы и кузова, небольшой объем их – при ремонте автосцепного комплекта и почти не применяются при ремонте колесных пар. Механическая обработка применяется только при ремонте тележек, автосцепного комплекта и колесных пар.

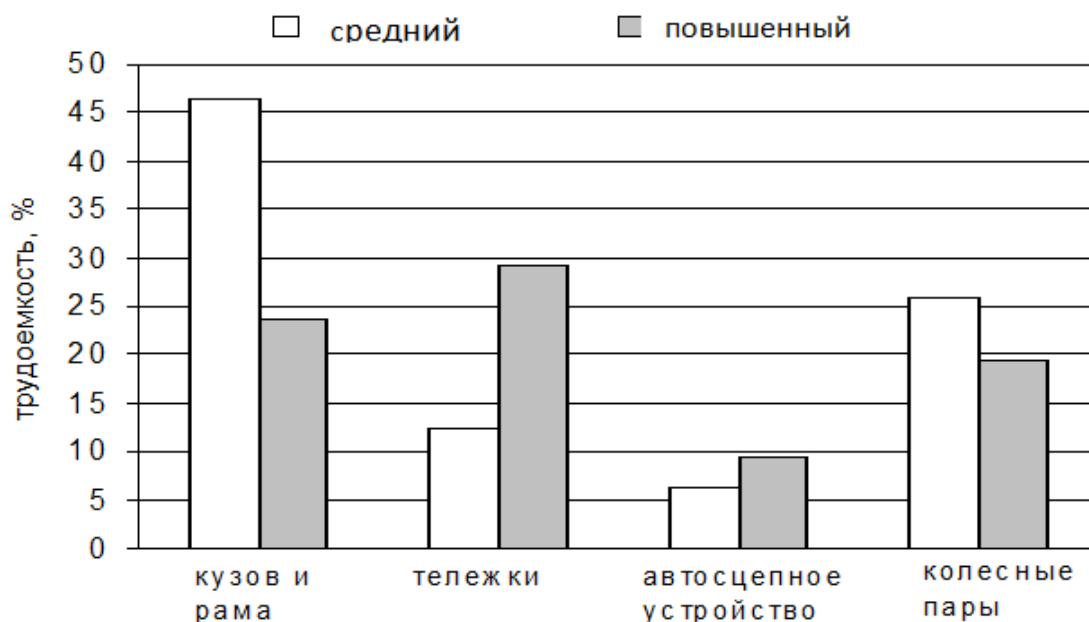
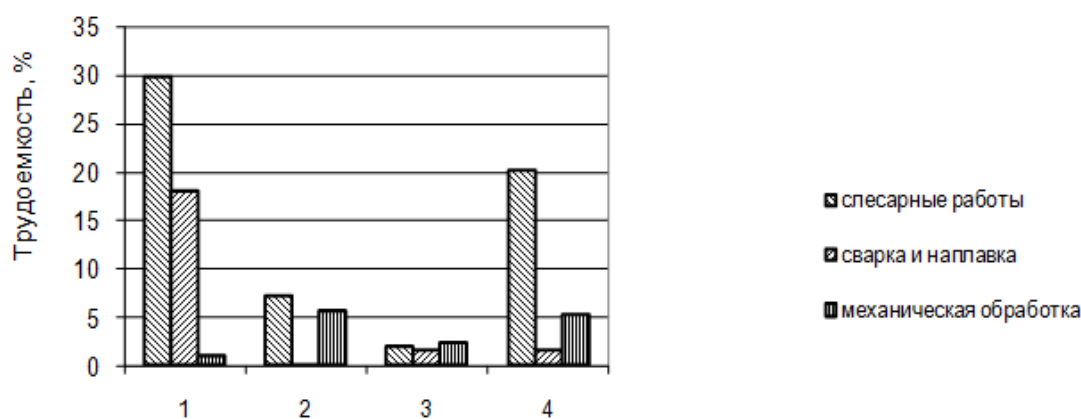


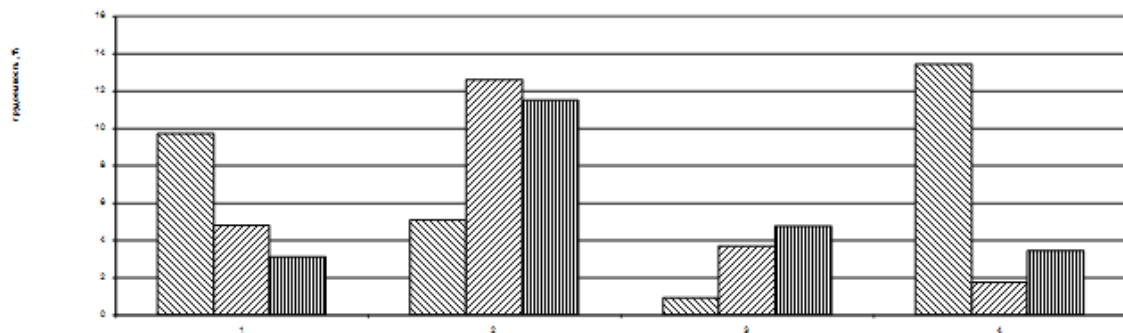
Рисунок 1 – Распределение трудоемкости ремонта по элементам конструкции вагона

Повышенный объем ремонта вагонов отличается высокой трудоемкостью сварочно-наплавочных работ и механической обработки особенно для тележек и автосцепного устройства, так как при этом ремонте более 30 % надрессорных балок и боковых рам восстанавливают наплавкой изношенных поверхностей с последующей механической обработкой. Тоже можно сказать о деталях автосцепного комплекта.

Анализ распределения трудоемкости при этом объеме ремонта по технологическим операциям показал, что доля слесарных работ увеличилась для тележек в 2,5, для автосцепного устройства в два раза. По доле механической обработки тенденция к росту наблюдается по всем узлам: на ремонт рамы и кузова – в три, тележек и автосцепного устройства – в два раза (Рис. 2).



а



б

Рисунок 2 – Распределение относительной трудоемкости:

а – при ремонте среднего объема 4-хосного полувагона; б – повышенного объема 4-хосной цистерны; 1 – кузов и рама, 2 – тележки, 3 – автосцепной комплект, 4 – колесные пары

Увеличение доли слесарных работ при их ремонте объясняется высокой

трудоемкостью ремонта роликовых подшипников, так как при этом объеме ремонта проводят полное освидетельствование колесных пар с полной ревизией буксовых узлов.

В общем, по вагону доли от общей трудоемкости слесарных, сварочных работ и механической обработки при повышенном объеме ремонта почти равные (Рис. 3).

Себестоимость же этих операций при ремонте подвижного состава существенно различается. При выполнении слесарных работ ограничено используются дорогая технологическая оснастка, приспособления и механизированный инструмент. В основном применяется дешевый ручной труд, только в отдельных случаях высококвалифицированный.

Наиболее высокая себестоимость электрогазосварочных и наплавочных работ, которые выполняются рабочими высокой квалификации с применением дорогостоящего оборудования, требуют больших затрат на материалы и энергоресурсы.

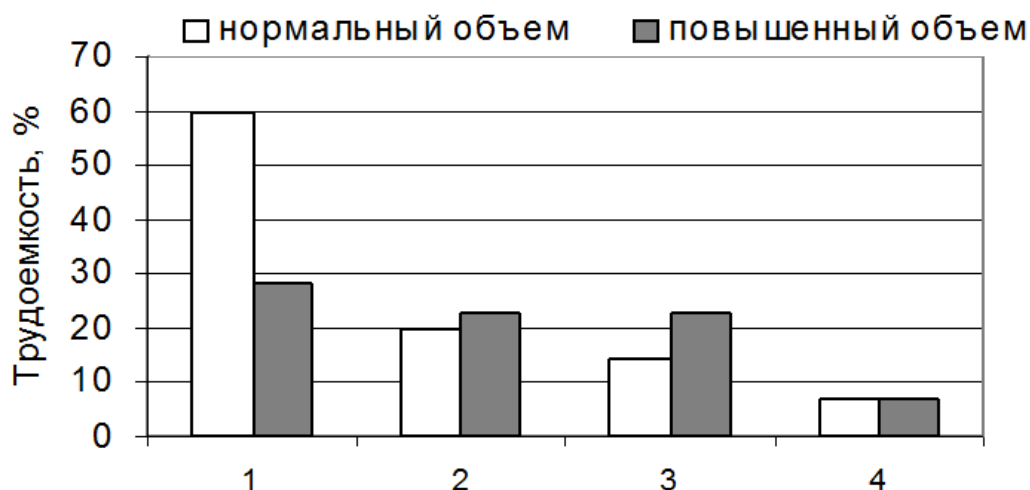


Рисунок 3 – Распределение относительной трудоемкости технологических операций депоовского ремонта вагонов:

1 – слесарные работы, 2 – сварка и наплавка, 3 – механическая обработка, 4 – окраска

Высокая себестоимость механической обработки при ремонте подвижного состава обусловлена высокой квалификацией станочников, как правило, в ремонтном производстве – универсалов, и обслуживающего персонала. Применением сложного дорогостоящих оборудования, оснастки, приспособлений и инструмента. Повышенным расходом электроэнергии, инструментальных материалов при обработке деталей поступающих в ремонт с дефектной и наплавленной поверхностью.

Полученные данные по трудоемкости согласуются с данными по отцепкам вагонов в ТР-2. Так больше всего отцепок происходит по кузову – 41 %, тележкам – 14 %, тормозному оборудованию – 12 %, буксовому узлу – 6 %, колесным парам – 22 %, автосцепному оборудованию – 5 % [2]. Все это говорит о низком качестве ремонта грузовых вагонов [3]. Таким образом, повышение эффективности ремонта этих узлов вагона является актуальной проблемой.

Список литературы

1. Справочник по ремонту грузовых вагонов / Под ред. В. Д. Алексеева. – М.: Транспорт, 1970. – 464 с.
2. Налабордин, Д. Г. Оценка влияния уровня надежности и безопасности грузовых вагонов на параметры системы их технического обслуживания и ремонта: диссертация кандидата технических наук: 05.22.07 / Д. Г. Налабордин. – Чита, 2015. – 209 с.
3. Голышев, А. И. Сертификация производства и внедрение системы менеджмента повысят качество ремонта вагонов [Текст] / А. И. Голышев // Вагоны и вагонное хозяйство. Пилотный выпуск. – 2004. – С. 26 – 29.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Рауба Александр Александрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доктор технических наук, профессор кафедры
«Технологии транспортного машиностроения и
ремонта подвижного состава» ОмГУПС.
Тел: +7 (3812) 31-18-11.
E-mail: aleksandr_rauba@mail.ru

Бейсембаев Дамир Амангельдыевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Технологии
транспортного машиностроения и ремонта
подвижного состава» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-18-11.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Rauba Alexander Alexandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Doctor of Technical Sciences, Professor of the
department «Technology of transport
engineering and repair rolling stock» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-18-11.
E-mail: aleksandr_rauba@mail.ru

Beysembaev Damir Amangeldyevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department «Technology
of transport mechanical engineering and repair of a
rolling stock » OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-18-11.

А. И. Слатин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТОКОПРИЕМНИКОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Использование современных инновационных материалов позволяет значительно повысить эксплуатационные показатели множества важнейших узлов электроподвижного состава, без внесения значительных изменений в конструкцию. При этом эффективность замены зависит не только от роста показателей назначения модернизированного узла но и от технологии его эксплуатации, которая так же потребует совершенствования. В лаборатории «Конструкции контактных сетей и линий электропередачи» ОмГУПС ведутся исследования посвященные повышению работоспособности токоприемников электроподвижного состава за счет применения современных конструкционных материалов а также за счет совершенствования технологии эксплуатации.

Ключевые слова: Токоприемник, алюминиевые сплавы, нагрев, разупрочнение, термообработка.

Anatoly I. Slatin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

INCREASING OPERATING EFFICIENCIES OF ELECTRIC MOBILE COMPOSITION ACCESSORIES THROUGH APPLICATION OF THERMALLY STRENGTHENED ALUMINUM ALLOYS

The use of modern innovative materials can significantly increase the operational performance of many of the most important components of electric rolling stock, without making significant changes to the design. Moreover, the effectiveness of the replacement depends not only on the growth of the destination indicators of the upgraded unit, but also on the technology of its operation, which will also require improvement. In the laboratory "Designs of Contact Networks and Power Lines" of OSTU, studies are being conducted on improving the efficiency of current collectors of electric rolling stock due to the use of modern structural materials and also due to the improvement of operating technology.

Keywords: Current collector, aluminum alloys, heating, softening, heat treatment.

Повышение скоростей движения в пассажирском сообщении и рост

массы грузовых поездов приводит к увеличению тягового тока электроподвижного состава. Рост качества и объемов услуг как для пассажиров (наличие электропитания в вагонах, кондиционирование воздуха), так и для грузовых перевозчиков (рефрижераторные вагоны, подогрев наливного подвижного состава), также приводит к дополнительным затратам энергии и как следствие к необходимости увеличения снимаемого тока [1].

Концепция системы токосъема предусматривает передачу тока на электроподвижной состав через скользящий контакт одного, двух, реже трёх токоприемников. Нужно отметить, что увеличение числа токоприемников не является рациональным техническим решением, так как приводит не только к увеличению износа контактных материалов, но и вызывает недопустимо большие отжатыя контактных проводов.

В связи с изложенными причинами возрастают удельные токовые нагрузки на токоприемники электроподвижного состава (рис. 1), повышенная плотность тока в рычагах системы подвижных рам и прочих механически нагруженных элементах создает предпосылки преждевременного выхода их из строя.



Рисунок 1– Рост удельной мощности ЭПС постоянного тока

Системы подвижных рам токоприемников, используемых на современном электроподвижном составе, как правило, выполнены из алюминиевых упрочненных деформируемых сплавов. С учетом деформационного упрочнения данные материалы имеют механические показатели, позволяющие значительно снизить сечения рычагов системы подвижных рам без потери несущей способности, уменьшить расход материалов, вес и приведенную массу, что благотворно сказывается на эксплуатационных характеристиках системы токосъема [2].

В ходе эксплуатации токоведущие элементы токоприемника нагреваются, достигая температуры, при которой в течение непродолжительного времени происходит разупрочнение, в результате чего силовые элементы конструкции токоприемника частично теряют свои механические свойства. Тепловой износ тем более интенсивный, чем продолжительнее нагрев [3].

Исследования, проведенные в разное время в специализированных научных организациях показывают, что эффект от выдержки деформируемых алюминиевых сплавов при температуре 50 – 250 С накапливается, разупрочнение, вызванное вторичной рекристаллизацией, происходит в течение 1000 – 1500 часов, а при более высокой температуре – до 10 часов (рис. 2).

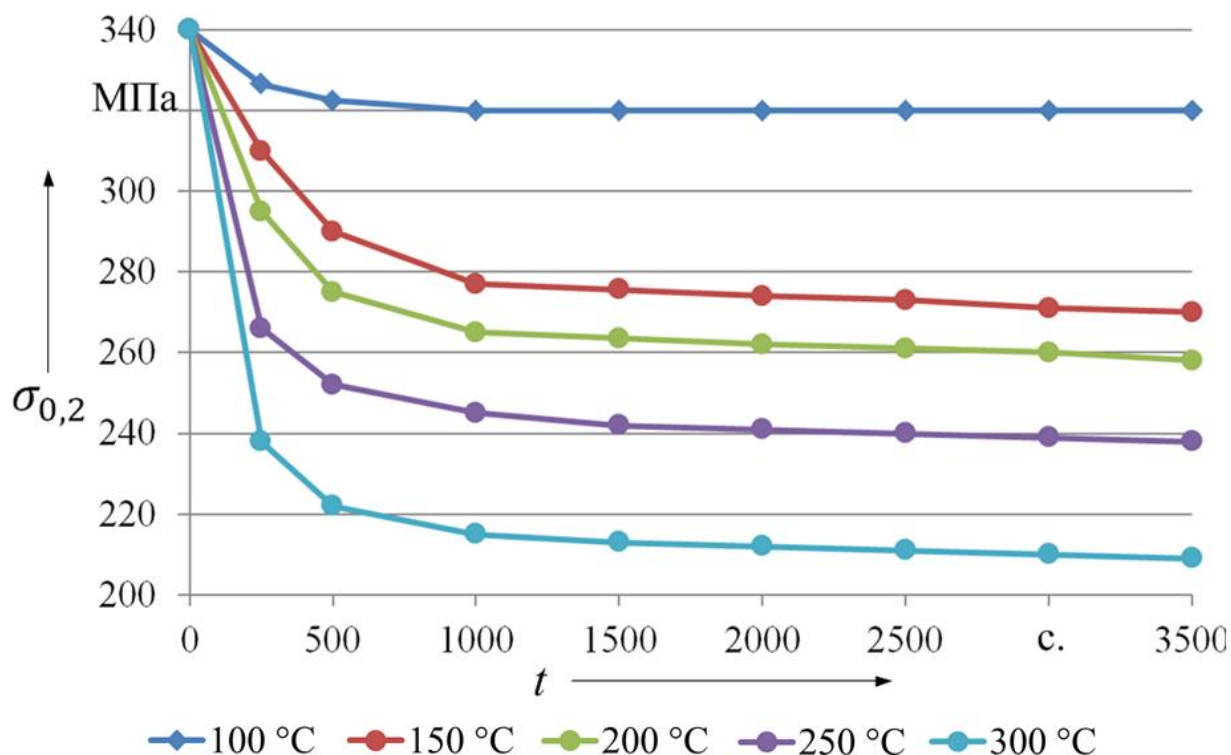


Рисунок 2 – Изменение предела текучести в зависимости от температуры и времени выдержки упрочненного образца АМгб

В конструкции токоприемника наибольшие механические нагрузки испытывают рычаги и тяги системы подвижных рам, кроме того, благодаря греющему действию тока их температура всегда выше температуры окружающей среды [5]. В летний период нагрев рычагов усиливается за счет солнечной радиации.

С учетом этих обстоятельств, одной из важных задач при разработке новых и совершенствовании существующих токоприемников является учет тепловых режимов во время эксплуатации токоприемников. Актуальной задачей является также оценка интегрального значения теплового износа [6] рычагов системы подвижных рам токоприемника, для обеспечения своевременного проведения мероприятий, направленных на продление срока службы токоприемников и повышения их работоспособности.

Предполагается, что в ходе планового технического обслуживания в депо технический персонал производит замену или ремонт деталей, подвергшихся перегреву или тепловому износу.

В лаборатории «Конструкции контактных сетей и линий электропередачи» Омского государственного университета путей сообщения проводятся исследования, направленные на изучение возможности применения в конструкции токоприемника термически упрочняемых деформируемых сплавов, механические свойства которых можно восстановить повторной термообработкой (табл. 1).

Таблица 1

Физические свойства конструкционных материалов, используемых для изготовления элементов токоприемника

Наименование	Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм ² /м	Предел прочности (σ_B), МПа	Предел прочности ($\sigma_{0,2}$), МПа	Твердость по Бринеллю, <i>HRB</i>
Алюминий технический	0,03	60 – 80	15	47
Сталь 09Г2С	0,13	470 – 490	309 – 360	150 – 170
АмГ6	0,067	400 – 440	340	68
АД37 (1370)	0,06	360 – 390	330 – 360	100

Известны эффективные способы восстановления механических свойств деталей, подвергшихся тепловому разупрочнению. Ускоренный отпуск при высокой температуре и последующее старение деталей из термически упрочняемых деформируемых сплавов позволяет в значительной степени вернуть прочность и твердость деталей, если разупрочнение не достигло

критического уровня и не произошло разрушение элементов конструкции [4].

Алгоритм технического обслуживания токоприемников из упрочненных алюминиевых сплавов:

1. оценка допустимого предела теплового износа узлов токоприемника в лабораторных условиях.
2. установка предлагаемого комплекса оценки интегрального теплового износа на электроподвижной состав.
3. контроль накопленного разупрочнения по элементам.
4. внесение данных в электронный паспорт электроподвижного состава.
5. замена изношенных деталей при достижении критических значений разупрочнения.
6. термообработка деталей, изготовленных из термоупрочняемых материалов.

Применение предлагаемого комплекса технических решений позволит значительно сократить число случаев выхода из строя токоприемников электроподвижного состава по причине деформаций системы подвижных рам, повреждений полозов, основания, а также повысить эффективность восстановления работоспособности данных узлов.

Список литературы

1. Корниенко, В. В. Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт / В. В. Кониенко, В. И. Омеляненко – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 159 с.
2. Корягин, Ю. Д. Разупрочнение нагартованного сплава АМГ6 при скоростном нагреве в интервале температур 100...300°C / Ю. Д. Корягин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallurgy. – 2012. – № 15 (274). – С. 108 – 111.
3. Мирзаев, Д. А. Анализ дислокационных механизмов возврата в деформированном алюминиево-магниево-сплаве АМГ6 / Д. А. Мирзаев, Ю. Д. Корягин, Я. С. Добрынина, А. А. Звонков // Известия Челябинского научного центра. – УрО РАН, 2000. – № 3. – С. 71 – 80.
4. Конструкционные материалы в самолетостроении / А. Г. Моляр, А. А. Коцюба и др. – К.: КВИЦ, 2015. – 400 с.
5. Исследования токовой нагрузочной способности токоприемника магистрального электроподвижного состава / Павлов В. М., Сидоров О. А. и др. // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2015. – № 4. – С. 19 – 24.

6. Ли, В. Н. Методика оценки термического разупрочнения контактного провода / В. Н. Ли, С. В. Клименко // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 2. – С. 29–33.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Слатин Анатолий Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.

Тел.: +7-3812-31-34-46.

E-mail: aysn@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Slatin Anatoly Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate of the department « Power supply of railway transport» OSTU.

Phone: +7-3812-31-34-46.

E-mail: aysn@yandex.ru

УДК 004.032.26

С. Н. Смердин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ КАРЕТКИ ТОКОПРИЕМНИКА МАГИСТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье рассматривается схема исполнительного механизма быстродействующей системы автоматического регулирования жесткости кареток токоприемника и конструкция предложенного электро-пневматического преобразователя.

Ключевые слова: токоприемник, контактное нажатие, система автоматического регулирования.

Sergey N. Smerdin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF DEVICES FOR VARIATING RIGIDITY OF PANHEADS FOR ELECTRIC VEHICLES

The article discusses the scheme of a high-speed automatic contact force control system the pantograph and the design of its lower node.

Keywords: current collector, contact pressing, automatic control system, electropneumatic transformer.

Взаимодействие контактной сети и токоприемника определяет качество передачи электроэнергии на электроподвижной состав (ЭПС). Параметры

взаимодействия (нажатие в контакте, разброс, статистический максимум и минимум) зависят от типа токоприемника, контактной подвески, скорости движения, температуры окружающей среды и других параметров. При этом, наивыгоднейшее значение нажатия в контакте может изменяться при увеличении тока, потребляемого ЭПС [1]. В связи с развитием высокоскоростного движения поездов взаимодействие токоприемников и контактной сети имеет повышенное значение, так как качество токосъема становится фактором, ограничивающим максимально возможную скорость движения.

С ростом скорости нажатие в контакте изменяется, его разброс увеличивается (рис. 1). Объясняется это разностью высоты контактного провода над уровнем головок рельсов в разных точках пролета и тем, что эластичность контактной подвески и ее приведенная масса в пролете непостоянны.

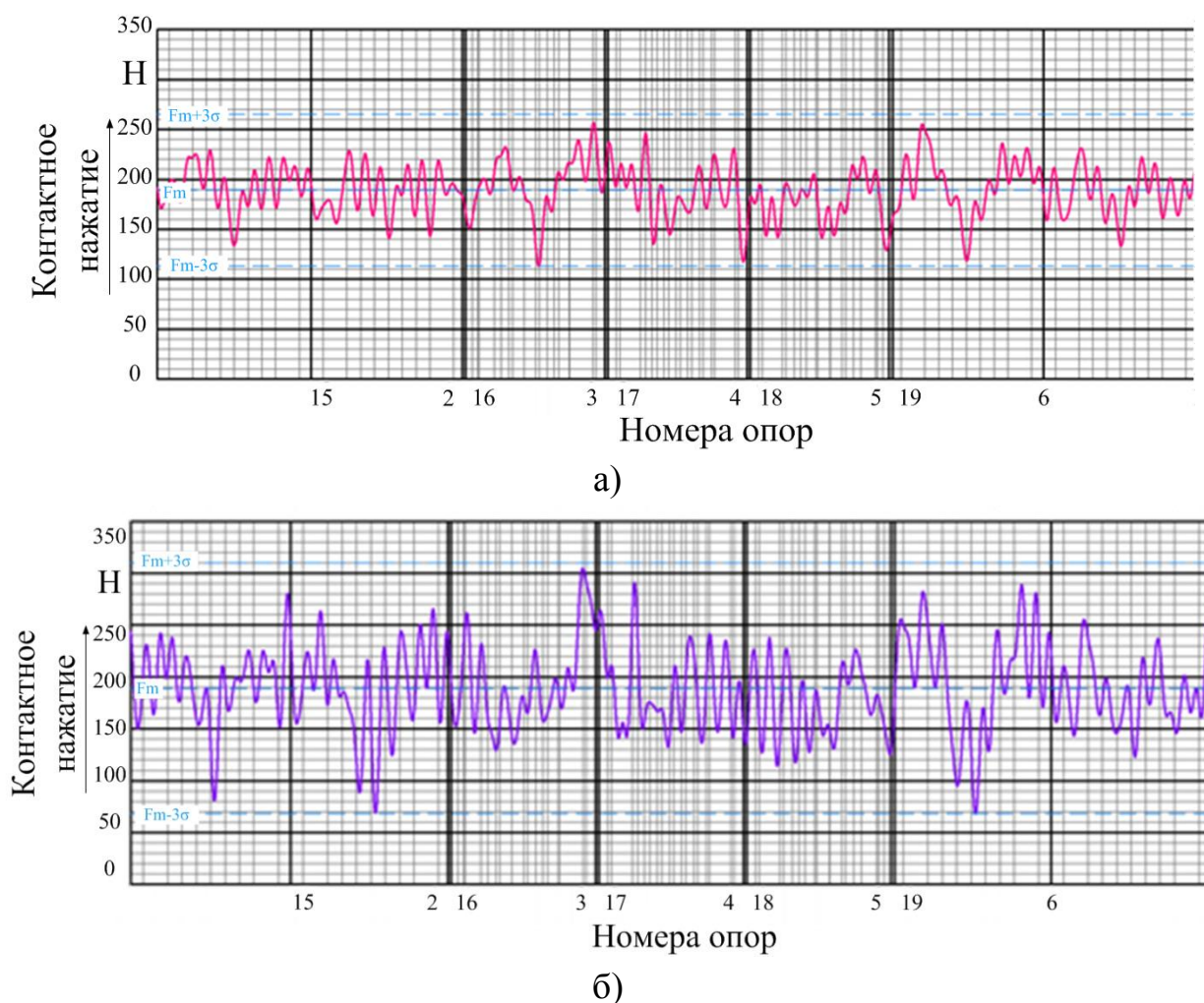


Рисунок 1 – Изменение контактного нажатия скорости движения 100 км/ч (а) и 200 км/ч (б)

Так же увеличение скоростей движения приводит к росту аэродинамического воздействия на токоприемник электроподвижного состава,

что отрицательно сказывается на качестве токосъема: увеличивается износ контактирующих элементов; снижается надежность работы системы токосъема; возрастает аэродинамический шум; усиливается загрязнение окружающей среды продуктами износа; растут эксплуатационные расходы на обслуживание контактной сети и токоприемников [2].

Следовательно, основным динамическим показателем качества токосъема является изменение контактного нажатия при движении токоприемника, разброс которого увеличивается с увеличением скорости движения.

При высоких скоростях движения аэродинамическое воздействие оказывает значительно влияние на контактное нажатие токоприемника. Динамические расчеты [3] и эксперименты на действующих участках магистральных линий выявили, что разброс значений контактного нажатия увеличивается с ростом скорости нелинейно для участков с пролетами длиной 65 м (рис. 2). Мгновенные значения могут в несколько раз превышать величину статического нажатия токоприемника, а также приводить к отрывам в скользящем контакте.

В связи с данными особенностями повышенную актуальность приобретает задача регулирования контактного нажатия в реальном времени.

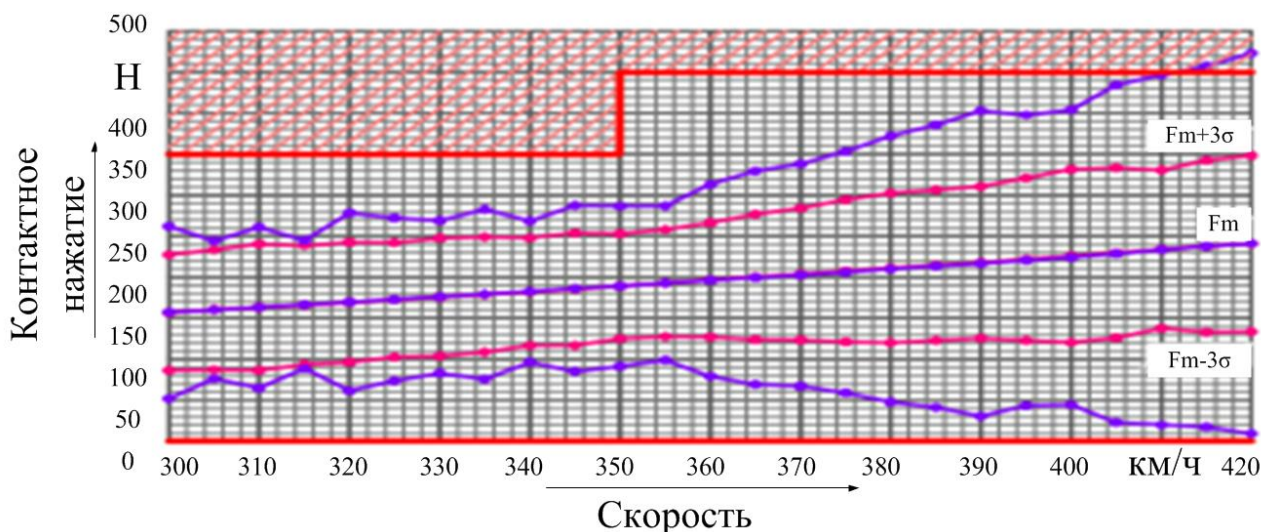


Рисунок 2 – Усредненные расчетные показатели контактного нажатия на проектируемом участке ВСМ Москва-Казань

Исследования характеристик процесса токосъема показали, что частотный состав контактного нажатия зависит от таких параметров, как скорость движения подвижного состава, длина пролета контактной сети, расстояние между струнами. При этом основная частота колебаний контактного нажатия лежит в диапазоне от 0,7 до 1,5 Гц при скоростях движения

до 300 км/ч, следовательно существующие регуляторы нажатия теряют свою эффективность при скоростях движения подвижного состава свыше 250 км/ч.

Большой объем резинокордной оболочки в сочетании с ограниченным сечением подводящих трубок обуславливает значительную инерцию регулятора, что в свою очередь приводит к снижению эффективности регулирования при частотах внешнего воздействия свыше 1 Гц.

Повысить эффективность регулятора можно за счет применения быстродействующих актуаторов (пневматические цилиндры двустороннего действия), расположенных параллельно с упругими элементами в конструкции кареток токоприемника и обладающих низкой инерционностью.

Схема приведена на рис. 3.

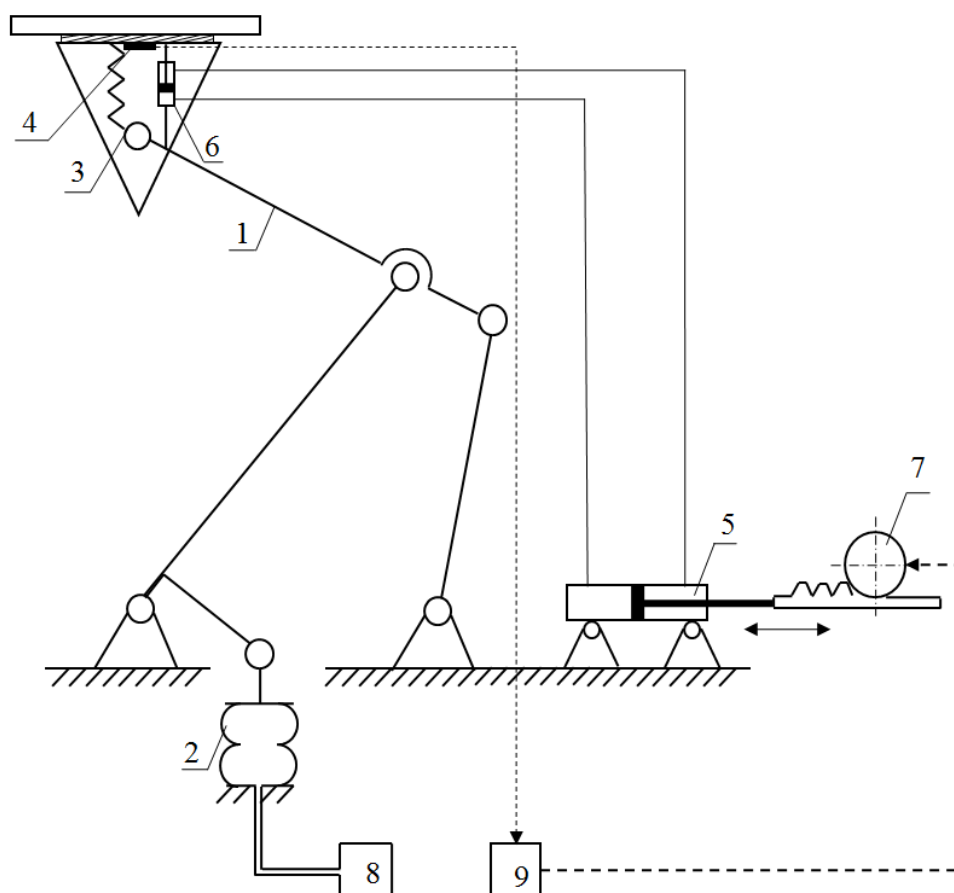


Рисунок 3 – Схема быстродействующей системы автоматического регулирования нажатия токоприемника: 1 – система подвижных рам; 2 – резинокордный подъемный элемент; 3 – каретка; 4 – датчик нажатия; 5 – управляющий пневматический цилиндр; 6 – пневматический цилиндр каретки; 7 – электропривод; 8 – источник сжатого воздуха; 9 – регулирующее устройство

Для обеспечения требуемого быстродействия изменения давления в

пневматических цилиндрах кареток они соединяются с управляющим пневматическим цилиндром большего объема при помощи трубок. Шток управляющего пневматического цилиндра через реечную передачу связан с электроприводом, приводимым в действие по сигналу регулирующего устройства. В качестве обратной связи для работы регулирующего устройства используется сигнал от датчиков контактного нажатия, размещенных в полозе токоприемника.

Конструкция нижнего узла, (рис. 4) включает электропривод и управляющий пневматический цилиндр соединенные с помощью одноплечего рычага с возможностью регулировки соотношения длины.

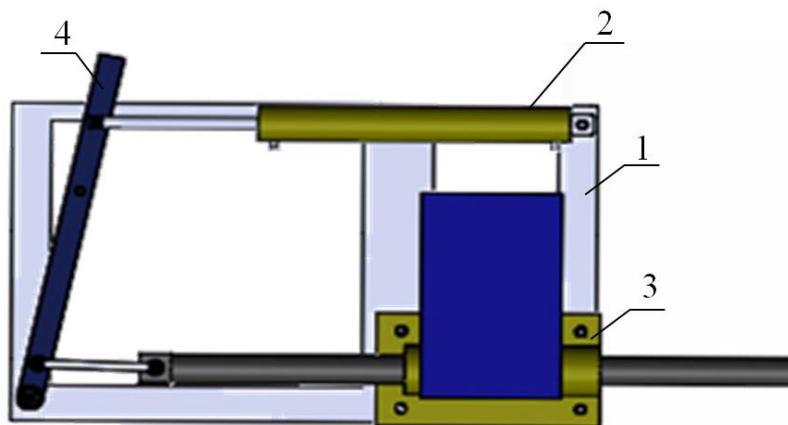


Рисунок 4 – Конструкция нижнего узла быстродействующей системы автоматического регулирования нажатия токоприемника:

1 – рама; 2 – управляющий пневматический цилиндр; 3 – электропривод; 4 – рычаг

На раму 1 установлен управляющий пневматический цилиндр 2, электропривод 3 и рычаг 4. Длина рычага подбирается опытным путем для обеспечения изменения нажатия с разной скоростью.

В рамках выполняемого исследования в лаборатории «Контактные сети и токосъем» Омского государственного университета путей сообщения разработан макет быстродействующей системы автоматического регулирования, который проходит лабораторные испытания. В ходе испытаний была получена постоянная времени системы, необходимая для настройки параметров регулирующего устройства на основе ПИ-регулятора [4].

Список литературы

1. Сидоров, О. А. Исследование температуры нагрева полоза токоприемника и способы ее снижения / О. А. Сидоров, А. Н. Смердин, В. В. Томилов // Известия Транссиба. – 2017. – № 4 (32). – С. 25 – 34.

2. Смердин, А. Н. Анализ экологической нагрузки от системы токосъема электрифицированного транспорта / А. Н. Смердин, А. Е. Чепурко // Транспорт Урала. – 2018. – № 1 (56). – С. 69 – 74.

3. Физические основы проектирования электротяговых сетей высокоскоростных железнодорожных магистралей / А. Т. Бурков, В. В. Сероносов и др. // Транспорт Российской Федерации. – 2015. – № 2 (57). – С. 36 –41.

4. Голубков, А. С. Пути повышения эффективности систем автоматического регулирования нажатия токоприемников для высоких скоростей движения / А. С. Голубков, О. А. Сидоров, С. Н. Смердин // Вестник ВНИИЖТ. – 2019. – Т. 78. – № 2. – С. 74 – 81.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Смердин Сергей Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.

Тел.: +7-913-671-13-14.

E-mail: smerdin_s@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Smerdin Sergey Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate of the department « Power supply of railway transport» OSTU.

Phone: +7-913-671-13-14.

E-mail: smerdin_s@mail.ru

УДК 621.336

С. М. Утепбергенова, В. В. Томилов, О. А. Сидоров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛОЗА ТОКОПРИЕМНИКА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье рассмотрены существующие системы охлаждения полозов токоприемников, выполнен анализ их недостатков и преимуществ. Предложены новые технические решения с учетом технического усовершенствования современных устройств токосъёма. Предложена классификация систем охлаждения полозов токоприемников электроподвижного состава

Ключевые слова: токоприемник, полоз, система охлаждения, анализ

THE COOLING SYSTEM OF PAN HEAD OF THE PANTOGRAPH OF ELECTRIC ROLLING STOCK

The article considers the existing cooling systems of pantograph head, analyzes their disadvantages and advantages. New technical solutions are proposed taking into account the technical improvement of modern pantograph devices. A classification of cooling systems for pantograph of electric rolling stock is proposed.

Keywords: pantograph, pantograph head, cooling system, analysis

Рост скорости движения электроподвижного состава и его веса требует улучшения эксплуатационных характеристик токоприемников. Повышение качества токосъёма с помощью различных технических решений, в том числе за счет систем охлаждения полоза токоприемников постоянного тока, является актуальной задачей [1].

Специалисты области токосъёма, в том числе и сотрудники ОмГУПС, начали изучение этой тематики ещё с 80-х годов [2,3]. Получили авторские свидетельства на защиту прав интеллектуальной собственности конструкции полозов токоприемников с улучшенными характеристиками по токовой нагрузке, положив начало разработкам систем охлаждения устройств токосъёма. Классификация существующих и предлагаемых технических решений систем охлаждения полозов токоприёмника приведена на рис. 1.

По времени функционирования такие системы можно разделить на два вида: однократного действия и постоянного (непрерывного). Последние – возможно разделить по типу воздействия среды охлаждения на естественные и принудительные.

При естественном охлаждении обдув набегающим воздушным потоком воздействует на контактную вставку и каркас полоза. Принудительное охлаждение, связанное с применением дополнительного хладагента или переносом тепла за счет источника отличной от тепловой энергии, например, элементом Пельтье, является активным (см. рис. 2). Принцип работы активного охлаждения полоза токоприёмника с элементами Пельтье описан в патенте на полезную модель, ОмГУПС, заключающийся в интенсивной передаче тепла от вставок к оребренному каркасу.

Пассивное охлаждение подразумевает усиление воздействия окружающей среды при движении. Таким образом охлаждение на стоянке возможно только активном способом.

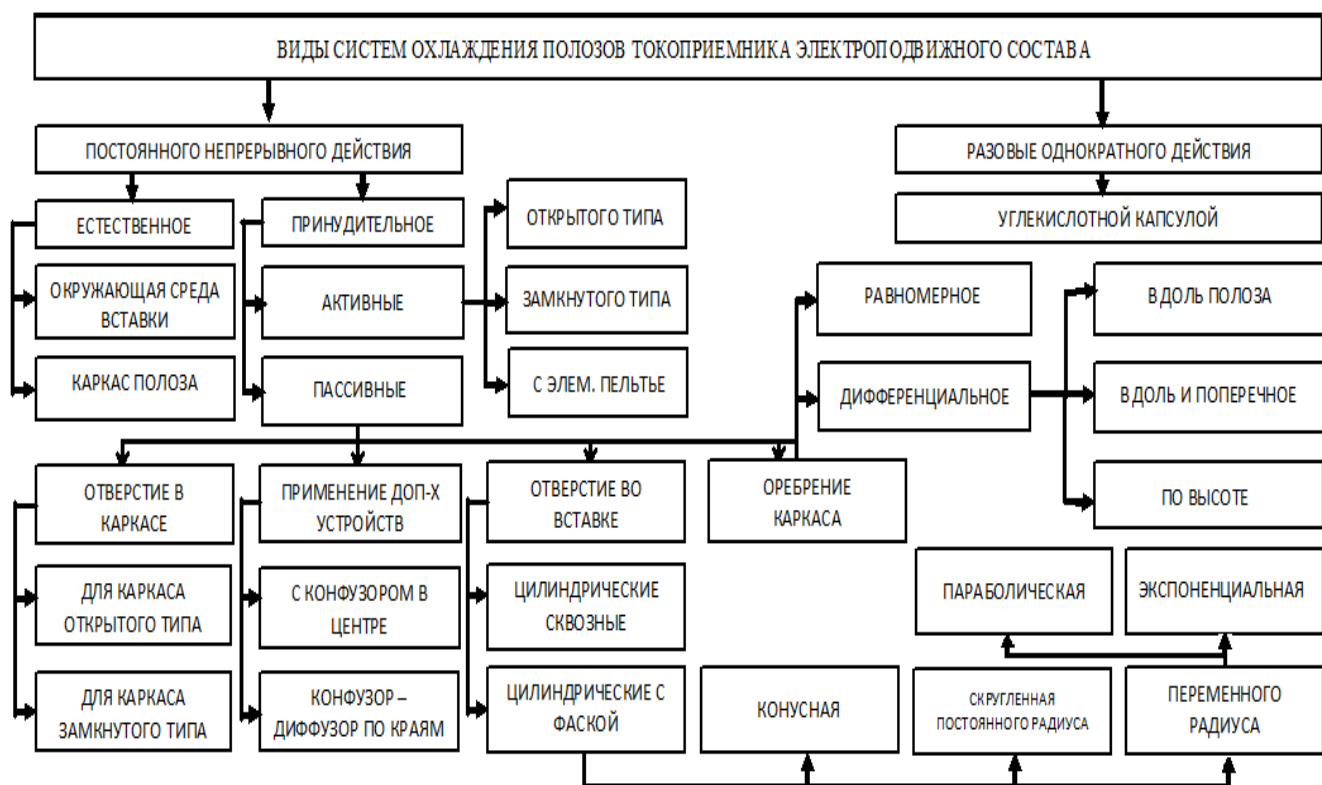


Рисунок 1 – Классификация видов систем охлаждения

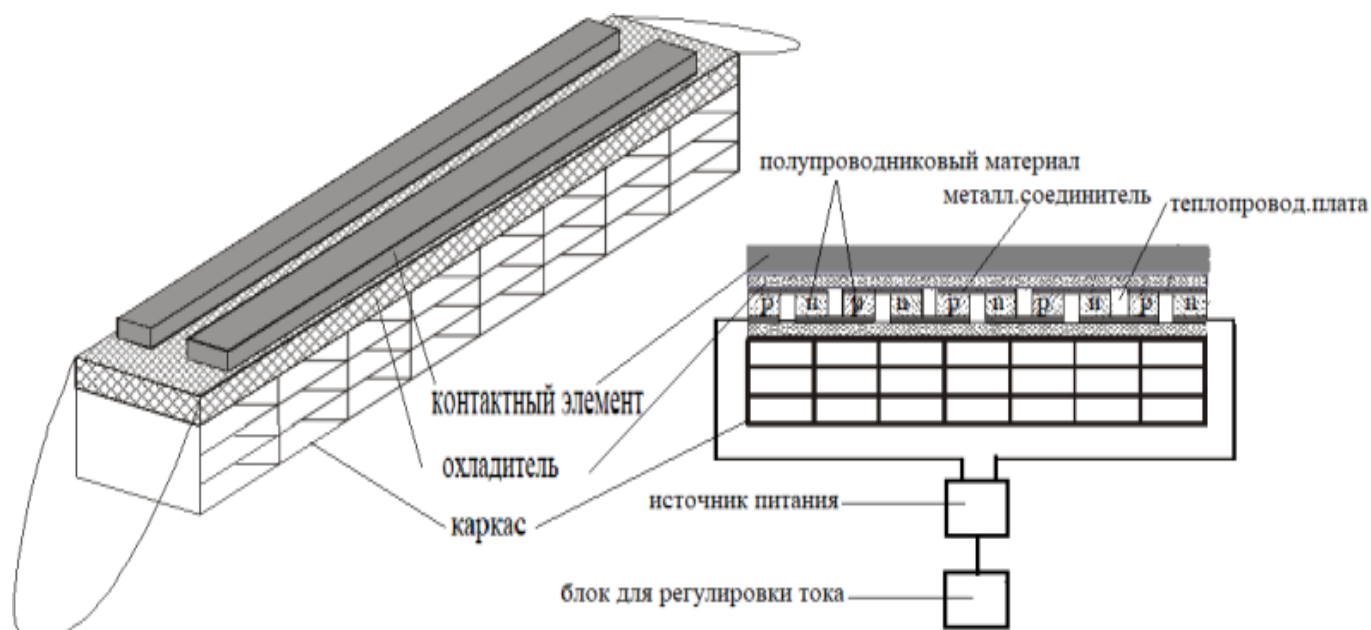


Рисунок 2 – Полос токоприемника с элементами Пельтье

Известные виды токоприемников с активной системой охлаждения приведены на рисунке 3. К открытому типу (см. рис. 3. а, б, в) относятся такие, в которых охладитель поступает от источника к вставкам и, охлаждая их,

выводиться в атмосферу. На рис. 3 г, приведена усовершенствованная конструкция с циркуляцией хладагента по системе подвижных рам и полоз токоприемника. В таком случае отсутствует расход хладагента, который может иметь жидкую фазу в цикле охлаждения. Недостатком последней является её низкая надежность, преимуществом – высокая эффективность.

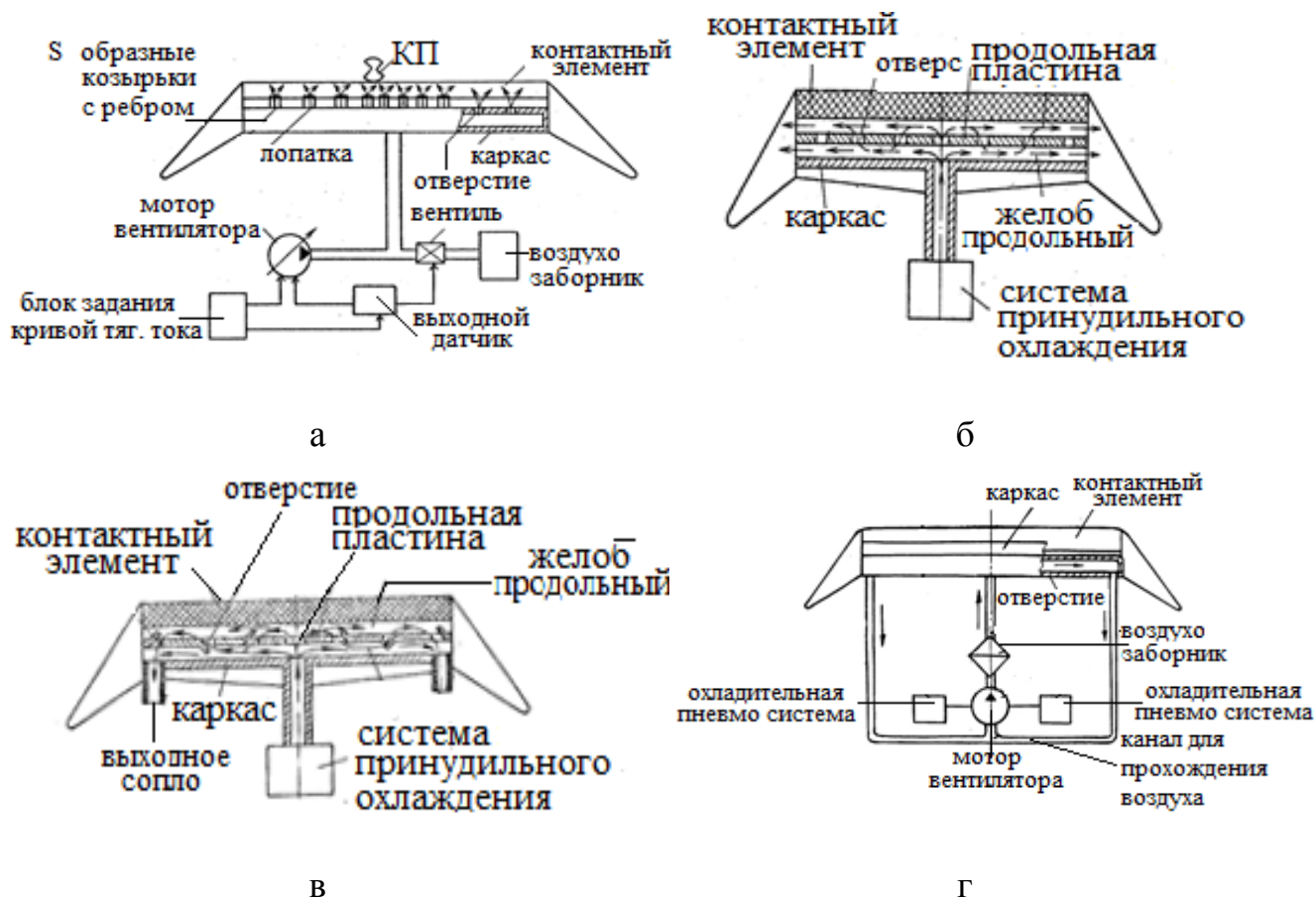


Рисунок 3 – Существующие виды охлаждения токоприемников

Авторами работы предлагаются два варианта пассивного охлаждения каркасного полоза замкнутого типа, не требующих значительных затрат, первая из которых оснащена конфузуром в его центральной части для охлаждения внутренней полости и дополнительного отвода тепла через торцевые части каркаса (см. рис. 4).

Для обеспечения работы системы в обоих направлениях движения токоприемника, полоз оснащен вторым конфузуром и дроссельной заслонкой, подающий воздух в каркас по выбранному направлению. Результаты теплового расчета 3D модели полоза с центральным конфузуром указывают на перспективность применения данной системы охлаждения [6].

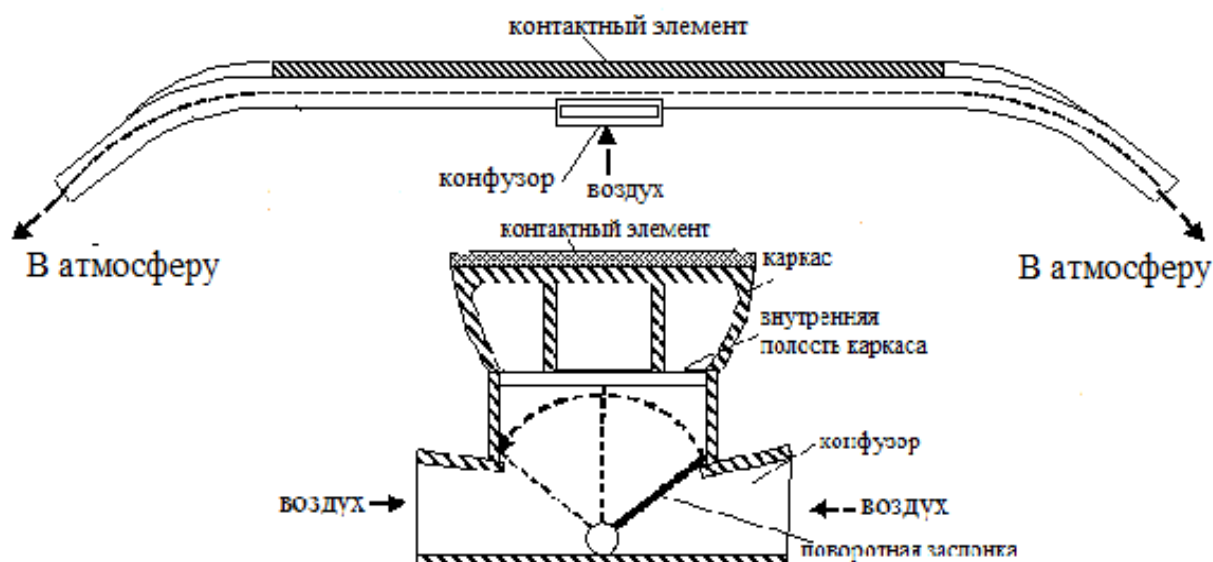


Рисунок 4 – Полоз токоприемника с двойным конфузором в центре

Для исключения изменения конструкции алюминиевого каркаса полоза, движение охладителя внутри полостей может быть обеспечено путем установки двух конфузоров по краям полоза (см. рис. 5), один из которых работает в режиме диффузора (выпуск воздуха), а второй – по назначению (для подачи воздуха).

Такая пара «конфузор – диффузор» обеспечивает движение воздуха в каркасе в обоих направлениях движения токоприемника без потери прочности существующей конструкции. Профилированные элементы могут быть выполнены из пластика, не увеличивая значительно массу полоза, а в случае разрушения не приводить к прекращению работоспособности полоза.

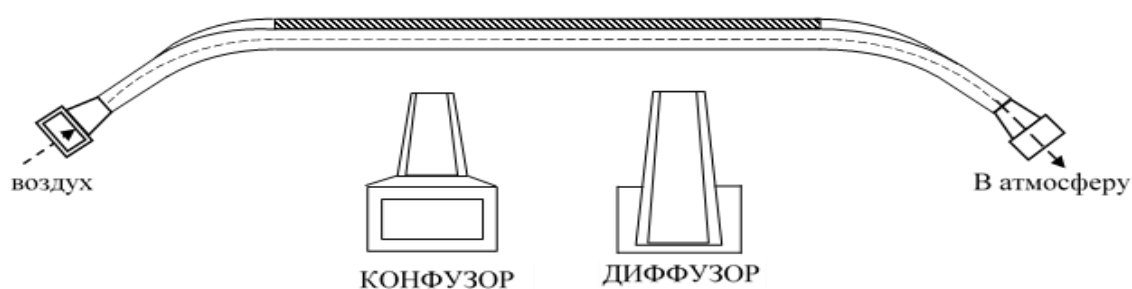


Рисунок 5 – Полоз токоприемника с конфузором и диффузором

При невозможности установки дополнительных устройств, охлаждение достигается за счет сквозных отверстий во вставке полоза токоприемника (см. рис. 6). Отверстия во вставке охлаждают её внутреннюю часть.

Эффективность предложенного решения определяется диаметром и частотой расположения отверстий. Надёжность системы уменьшается т.к. прочность вставки сокращается. А в результате износа повышается риск скола участка вставки равного шагу отверстий.

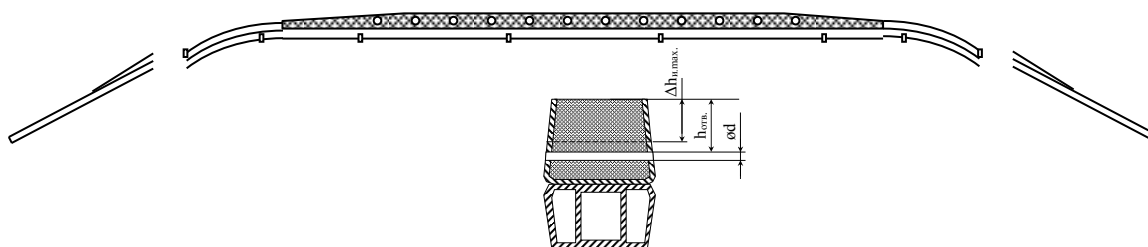


Рисунок 6 – Полоз с равномерно распределенными отверстиями цилиндрической формы во вставке

Особенностью технического решения является снижение надёжности полоза пропорционально увеличению эффективности его охлаждения. Дифференциальная частота расположения отверстий целесообразна при учёте неравномерности нагрева полоза, максимальная величина которой вероятнее всего расположена в центре, где частота отверстий должна быть выше.

Выполнение фаски для отверстий во вставке повышает эффективность охлаждения. При этом фаски могут иметь разные углы и формы: типовая фаска 45° (см. рис. 7), экспоненциальная и параболическая (см. рис. 8)



Рисунок 7 – Полозы токоприемника с равномерным (а) и дифференцированным (б) распределением отверстий конусной формы во вставке



Рисунок 8 – Сечение профиля сквозными отверстиями с фаской во вставке полоза токоприемника параболической (а) и экспоненциальной (б) формы

Высверливание отверстий во вставках приводит к снижению массы полоза, что улучшает его динамические характеристики. Сохранение надёжности конструкции в этом случае возможно при увеличении ширины полоза.

Увеличение токосъёма набегавшим воздушным потоком возможно за счёт применения оребрения каркаса полоза: равномерное (см. рис. 9а) и дифференцированное (см. рис. 9б). Последнее реализуется увеличением либо частоты рёбер в центре полоза, либо их площади, либо одновременно площади и частоты. Недостатком оребрения является увеличение массы полоза, сокращение надёжности конструкции и повышение риска разрушения устройств токосъёма при наезде на регулируемую подвеску.

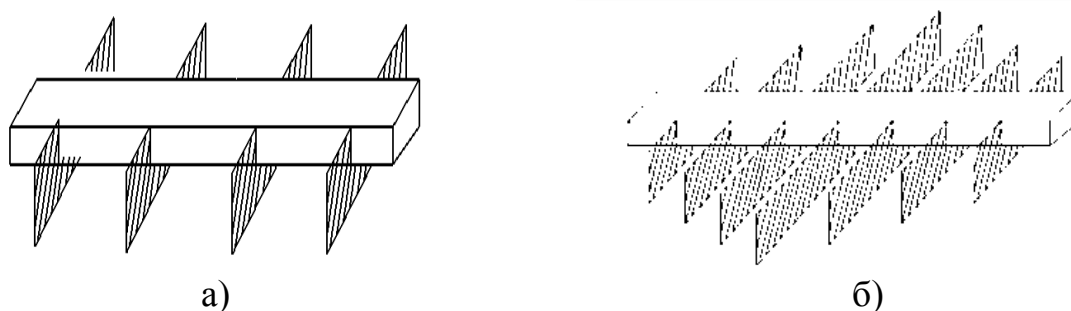


Рисунок 9 – Оребрение полоза токоприемников равномерное (а) и дифференцированное (б)

Предлагаемая система охлаждения полоза однократного (разового) действия (см. рис. 10) включает установленную в каркасе углекислотную капсулу в центре полоза, разрушаемую при нагреве полоза с последующим его резким охлаждением. Недостатком устройства помимо однократности срабатывания является увеличение массы полоза. При срабатывании механизма охлаждения, требуется замена капсулы, после подачи ЭПС в депо. До последнего момента полоз является типовым и не защищён от нагрева. Возможность ложного срабатывания является недостатком предлагаемой системы.

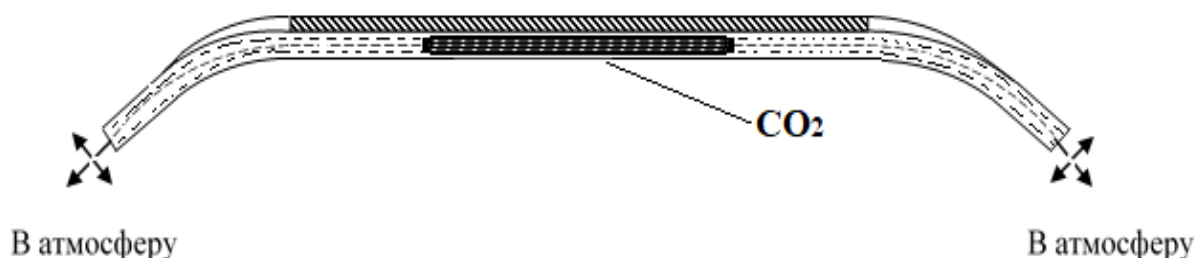


Рисунок 10 – Система охлаждения полоза однократного действия

Предложенная классификация систем охлаждения полозов токоприёмника позволяет осуществить выбор конкретного технического решения на этапе проектирования системы токосъёма исходя из технического задания, пожеланий и возможности заказчика. Приведённые системы охлаждения отличаются эффективностью и надёжностью. Пассивные работоспособны при движении, активные – в том числе в режиме стоянки.

Экспериментальные исследования, проведённые в лаборатории, «Конструкции контактных сетей, линий электропередачи и устройств токосъёма» ОмГУПС, показали целесообразность применения воздушного охлаждения полоза путём движения воздуха в полостях его каркаса. Причём движение воздушного потока может быть обеспечено как принудительно (в том числе во время стоянки), так и во время движения – пассивно.

Численные результаты снижения температуры полоза и простота реализации пассивного охлаждения через его каркас позволяет выделить это решение как наиболее целесообразное и первостепенное для разработки полоза с улучшенными нагрузочными характеристиками.

Список литературы

1. Сидоров, О. А. Исследование систем охлаждения полоза токоприёмника магистрального электроподвижного состава [Текст] / О. А. Сидоров, В. В. Томилов // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, – 2019. – № 2(38). – С. 66 – 75.

2. Пат. на изобретения 1763258 А2 СССР, МПК В60L 5/24. Полоз токоприёмника электроподвижного состава [Текст] / Поздняков О. И., Поздняков А. В.; заявитель и патентообладатель Омский ин-т инж-в ж.д.тр-та. – заявл. 08.10.1990; опубл. 23.09.1992, Бюл. № 35.

3. Пат. на изобретения 1689138 А1 СССР, МПК В60L 5/24. Полоз токоприёмника электроподвижного состава [Текст] / Поздняков О. И., Поздняков А. В.; заявитель и патентообладатель Омский ин-т инж-в ж.д.тр-та. – заявл. 31.10.1989; опубл. 07.11.1991, Бюл. № 41.

4. Пат. На полезную модель 192592, МПК В60L 5/24. Полоз токоприёмника электроподвижного состава [Текст] / О. А. Сидоров, В. В. Томилов, С. М. Утепбергенова; заявитель и патентообладатель Омский ин-т инж-в ж.д.тр-та. – заявл. 19.06. 2019; опубл. 23.09.2019, Бюл. № 27.

5. Сидоров, О. А. Исследование конструкции европолозов токоприёмников электроподвижного состава для улучшения качества токосъёма [Текст] / О.А. Сидоров, В. В. Томилов, С. М. Утепбергенова //

Материалы IV всеросс. науч. практ. конф. «Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов» / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2018. – С. 153 – 159.

6. Сидоров, О. А. Расчет эффективности систем охлаждения токоприёмников электроподвижного состава с применением трёхмерного численного моделирования [Текст] / В. В. Томилов, С. М. Утепбергенова // Материалы науч. конф. / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, –2019. – С. 281 – 287.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Утепбергенова Сандугаш Мырзабековна
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирантка кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: +7 (904) 070-09-86.
E-mail: sandee86@mail.ru

Томилов Валерий Викторович
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «ЭЖТ» ОмГУПС.
Тел.: +7 (913) 610-62-67.
E-mail: tomilov_omsk@mail.ru

Сидоров Олег Алексеевич
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доктор технических наук, заведующий кафедрой «ЭЖТ» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-34-46.
E-mail: egt@omgups.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Utepbergenova Sandugash Myrzabekovna
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the Department « Power supply of railway transport » OSTU.
Phone: +7 (904) 070-09-86.
E-mail: sandee86@mail.ru

Tomilov Valery Viktorovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Power supply of railway transport» OSTU.
Phone: +7 (913) 610-62-67.
E-mail: tomilov_omsk@mail.ru

Sidorov Oleg Alekseevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department «Power supply of railway transport» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-34-46
E-mail: egt@omgups.ru

М. Ф. Байсадыков, П. Г. Петров, Д. В. Супоня

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ОЦЕНКА КОММУТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЩЁТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

В статье приведены данные по подходу и сравнительному анализу коммутационной способности основных марок электрических щеток, устанавливаемых на тяговых двигателях электровозов.

Ключевые слова: тяговый электродвигатель, коллекторно-щеточный узел, электрические щетки.

Marsel F. Baysadykov, Pavel G. Petrov, Dmitriy V. Suponya

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

EVALUATING THE SWITCHING ABILITY OF ELECTRIC BRUSHES IN TRACTION ELECTRIC MOTORS

The article provides data on approaches and a comparative analysis of the commutative properties of the main varieties of coffee brushes mounted on traction engines of electric locomotives.

Keywords: traction motor, collector-brush unit, electric brushes.

В настоящее время продолжает выпускаться подвижной состав железных дорог, оснащенный коллекторными тяговыми электродвигателями постоянного тока (ТЭД). Современное машиностроение при производстве ТЭД позволяет достигать высоких значений отношения их номинальной мощности к массе и габаритам, и получить значительную экономию дорогих электротехнических материалов. В связи с этим современные двигатели большой мощности оказываются предельно нагруженными, что приводит к значительному ухудшению коммутации при относительно небольших отклонениях факторов, влияющих на нее. Таким образом, одной из актуальных задач в настоящее время является повышение коммутационной устойчивости современных ТЭД.

Одним из активных элементов коммутационного контура ТЭД являются электрические щетки. Даже при обеспечении наилучших условий работы контакта «щетка-коллектор» при эксплуатации коллекторных ТЭД возникает неидентичность коммутационных циклов, обусловленных влиянием факторов

электромагнитной и механической природы, воздействующих на электрические щетки. К механическим параметрам, оказывающим воздействие на распределение тока в зоне контакта щетки с коллектором, относятся: наработка «зеркала» на рабочей поверхности щеток, качество обработки поверхности профиля коллектора, состояние политуры, сила нажатия на щетку и место приложения этой силы. Среди электромагнитных параметров работы, большую роль играют факторы, связанные с неидентичностью коммутационных циклов и обуславливающие отклонения условий коммутации каждой отдельной секции, воспринимаемых щеточным контактом. Свойство нейтрализации щеткой этих отклонений от оптимального режима без искрообразования представляет собой её коммутирующую способность, и чем больше воздействие щетки, тем меньше чувствительность ТЭД к факторам неидентичности [1]. Стоит отметить, что трактовка коммутирующей способности щеток не отличается строгой определенностью, но вне зависимости от того, как она формулируется отдельными исследователями, под ней, следует понимать способность электрощеток обеспечивать безыскровую коммутацию [2, 3].

Коммутирующая способность электрощеток определяется двумя факторами:

1) каждая щетка для обеспечения удовлетворительной коммутации должна создавать хороший контакт в механическом отношении, зависящий в основном от упругих свойств щетки и ее фрикционных характеристик;

2) щетка должна оказывать воздействие на токи коммутируемого контура и в завершающей фазе процесса обеспечивать отсутствие тока в сбегавшей части щетки к моменту окончания коммутации.

Следовательно, щетка должна обладать как механической коммутирующей способностью, так и электрической. Коммутирующая способность щеток непосредственно связана с её вольтамперной характеристикой (ВАХ) [4]. Механическую коммутирующую способность можно определять, пользуясь методом Н. Я. Богатырева [5], при котором производится снятие и сравнение двух типов ВАХ электрических щеток: статических и динамических при одинаковых условиях работы. В работе [5] авторы приходят к выводу, что в качестве основной ВАХ стоит рассматривать среднюю динамическую, полученную в результате нескольких опытов. При определении электрической коммутирующей способности будет проявляться и механическая коммутирующая способность, в связи, с чем при её определении не следует допускать чрезмерные окружные скорости коллектора.

Воздействие электрических щеток на процесс коммутации можно оценить по следующему выражению [6]:

$$\frac{1}{T} \int_0^T e_k dt = \frac{1}{T} \int_0^T e_L dt + \frac{1}{T} \int_0^T (u_{m1} - u_{m2}) dt, \quad (1)$$

где T – период коммутации;

$u_{щ1}, u_{щ2}$ – падения напряжения под сбегающим и набегающим краем щетки;
 e_k – комммутирующая ЭДС;
 e_L – ЭДС самоиндукции комммутируемой секции.

Второе слагаемое в уравнении (1) отражает воздействие щеточного контакта на процессе коммутации. Данное воздействие определяется ВАХ щетки. В случае, когда возможности щетки становятся исчерпаны, то равенство (1) нарушается и появляется составляющая, обусловленная параметрами дугового искрения. В работе [6] автор показывает, что работа современных электрических машин невозможна не только без дополнительных полюсов, но также и без наличия комммутирующей способности электрической щетки.

В настоящее время на сети железных дорог, в основном, используются следующие марки электрических щеток: ЭГ-61А, ЭГ-14, EG8220, МГСН-21Н и др.

Рассмотрим ВАХ наиболее распространенных марок электрических щеток. На сети железных дорог это электрические щетки марок ЭГ61А, EG8220. Снятие ВАХ производилось на установке, представляющим собой короткозамкнутый коллектор с установленной на него парой электрических щеток по методике, приведенной в работе [7]. Полученные результаты приведены на рисунках 1, 2.

Рассмотрим характер изменения ВАХ для каждой из щеток:

- 1) для щетки ЭГ61А – в щетке происходит значительное возрастание падения напряжения $\Delta U_{щ}$ в области малых значений плотности тока J (рисунок 1);
- 2) для щетки EG8220 – наблюдается плавное увеличение $\Delta U_{щ}$ по мере нарастания J (рисунок 2).

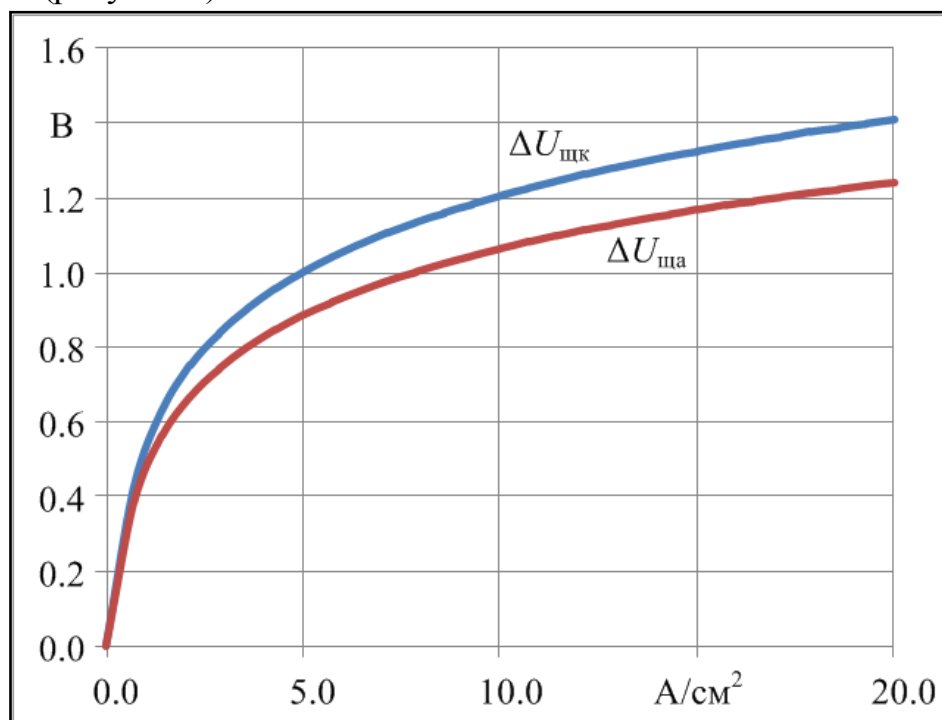


Рисунок 1 – График изменения ВАХ электрических щеток ЭГ61А

Однако падения напряжения на щетках ЭГ61А больше, чем на щетках EG8220, а также для них наблюдается более интенсивное возрастание характеристики при малых значениях J , что обуславливает ее лучшую коммутающую способность щеток. Следовательно, данный тип щеток лучше подходит при работе ТЭД в динамических режимах работы.

Представленные результаты показывают необходимость исследования работы электрических щеток при расчете работы ТЭД подвижного состава и могут быть при исследованиях особенностей процесса коммутации ТЭД.

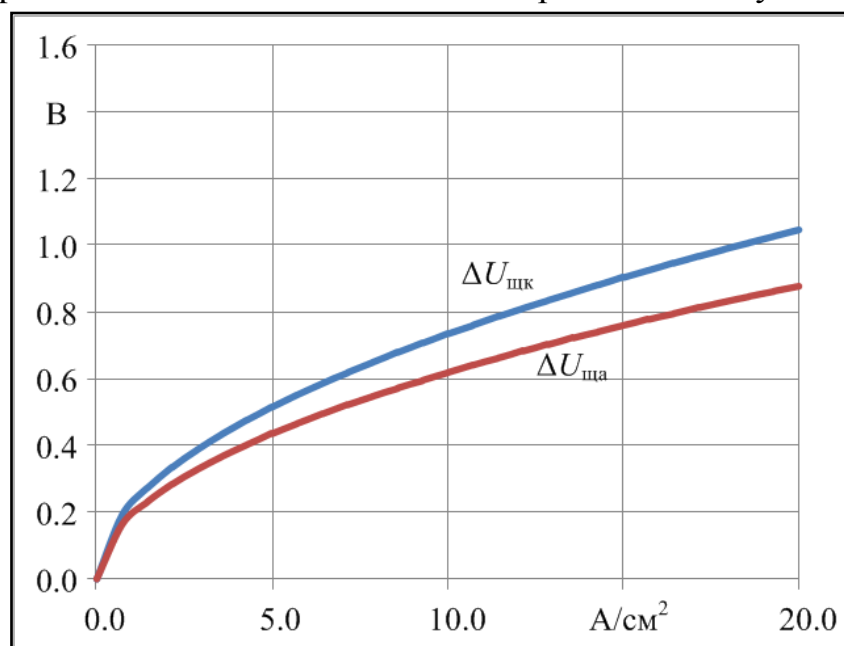


Рисунок 2 – График изменения ВАХ электрических щеток EG8220

Список литературы

1. Авилов, В. Д. Мощность в контакте на завершающей стадии коммутационного процесса [Текст] / В. Д. Авилов, А. А. Рябцун // Коммутация в тяговых электродвигателях и других коллекторных машинах: Межвуз. темат. сб. науч. тр. / Омский ин-т инж. ж.-д. трансп. – Омск, 1985. – С. 36 – 41.
2. Авилов, В. Д. Улучшение коммутации крупных машин постоянного тока с составными щетками [Текст] / В. Д. Авилов, Е. Н. Савельева // Тезисы научно-технической конференции кафедр Омского института инженеров железнодорожного транспорта. / Омский ин-т инж. ж.-д. трансп. – Омск, 1984. – С. 81 – 82.
3. Авилов В. Д. Исследование коммутации коллекторных машин с составными щетками [Текст] / В. Д. Авилов // Материалы IV Всесоюзной конференции по коммутации электрических машин. – Омск, 1969.

4. Сипайлов, Е. В. Электрические машины: специальный курс [Текст] / Г. А. Сипайлов, Е. В. Кононенко, К. А. Хорьков. – М.: Высш. шк., 1987 – 287 с.
5. Хлыстов, М. Ф. К вопросу о вольтамперных характеристиках электрощеток [Текст] / М. Ф. Хлыстов, Н. Я. Богатырев // Материалы IV Всесоюзной конференции по коммутации электрических машин. – Омск, 1969.
6. Авилов, В. Д. Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография [Текст] / В. Д. Авилов. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 356 с.
7. Авилов, В. Д. Вольтамперная характеристика щелочного контакта и коммутационный процесс в коллекторных машинах [Текст] / В. Д. Авилов, П. Г. Петров // Известия вузов. Сер. Проблемы энергетики. – 2008. – № 9–10. – С. 66 – 72.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Байсадыков Марсель Фаритович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Преподаватель кафедры «Электрические
машины и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Петров Павел Геннадьевич

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Электрические машины
и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Супоня Дмитрий Викторович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электрические машины
и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Baysadykov Marsel Faritovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Applicant at the Department of «Electric
machines and electrical engineer» OSTU.
Phone: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Petrov Pavel Gennadyevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Electric
machines and electrical engineer» OSTU.
Phone: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Suponya Dmitriy Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Postgraduate student at the Department of
«Electric machines and electrical engineer»
OSTU.
Phone: 8-3812-31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

А. А. Бакланов, Н. В. Есин, А. П. Шиляков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХСИСТЕМНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ В ПАССАЖИРСКОМ ДВИЖЕНИИ НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

В статье рассмотрен опыт применения полигонных технологий в пассажирском движении и определена проблема, связанная с существованием в пределах Западно-Сибирской железной дороги участков электрифицированных на постоянном и переменном токе. Предложен вариант расширения единого полигона обращения пассажирских электровозов приписки эксплуатационного локомотивного депо Барабинск за счет использования на ряде участков новых двухсистемных электровозов серии ЭП20.

Ключевые слова: полигон обращения электровозов, система тягового электроснабжения, двухсистемный пассажирский электровоз, локомотивное депо, эксплуатация электровоза, депо приписки локомотивов.

Alexandr A. Baklanov, Nikolai V. Esin, Andrey P. Shilyakov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

PROSPECTS FOR THE USE OF TWO-SYSTEM ELECTRIC CARS IN PASSENGER TRAFFIC ON THE WEST-SIBERIAN RAILWAY

The article discusses the experience of using polygon technologies in passenger traffic and identifies the problem associated with the existence of sections electrified with direct and alternating current within the West Siberian Railway. An option is proposed for expanding a unified landfill for passenger electric locomotives of the operational locomotive depot Barabinsk through the use of new two-system electric locomotives of the EP10 series in a number of sections.

Keywords: electric locomotive circulation range, traction power supply system, two-system passenger electric locomotive, locomotive depot, operation of an electric locomotive, locomotive registration depot.

На современном этапе развития экономики Российской Федерации одними из определяющих факторов стало повышение производительности во всех ее отраслях, внедрение современной техники и технологий и экономия ресурсов. Применительно к железнодорожному транспорту это означает

снижение всех непроизводительных издержек, связанных с эксплуатацией и техническим содержанием подвижного состава, повышение эффективности работы всех структурных и функциональных подразделений. В равной степени это относится к пассажирским перевозкам, которые должны обеспечивать высокий уровень удовлетворенности клиентов за счет повышения качества услуг при сохранении конкурентоспособной стоимости перевозок. Одной из приоритетных задач, стоящих сегодня перед ОАО «Российские железные дороги» и закрепленных в основных программных документах холдинга, в том числе в стратегии его развития до 2030 годы, является обеспечение сохранения существующей доли в пассажирообороте транспортной системы России и увеличение его к 2030 году в дальнем и межрегиональном сообщении в 1,3 – 1,7 раза [1].

Для достижения сформулированных целей в локомотивном комплексе в последние годы активно внедряются и используются полигонные технологии работы тягового подвижного состава, позволяющие обеспечить качественный рост показателей эксплуатационной работы локомотивов, повысить пассажиро- и грузооборот, интенсифицировать работу локомотивных бригад.

В 2015 году была организована эксплуатация пассажирских электровозов постоянного тока серии ЭП2К, приписанных к эксплуатационному локомотивному депо ТЧЭ-3 Барабинск (структурное подразделение Западно-Сибирской дирекции тяги), на полигоне Западно-Сибирской, Свердловской, Южно-Уральской и Куйбышевской железных дорог. По состоянию на сентябрь 2019 г. к ТЧЭ-3 было приписано 234 электровоза этой серии.

В зависимости от плана и профиля пути, весовых норм и длины пассажирских поездов были определены 16 плеч обслуживания, наиболее протяженный из которых (Самара – Мариинск) имеет длину 2787 км. Обслуживание пассажирских локомотивов осуществляется локомотивными бригадами 17 эксплуатационных локомотивных депо всех четырех железных дорог.

Таким образом, был создан один из наиболее масштабных в нашей стране полигонов обращения пассажирских электровозов, приписанных к одному депо. Здесь же, в сервисном локомотивном депо Барабинск, входящем в Западно-Сибирский филиал ООО «ЛокоТех-Сервис», выполняется текущий ремонт и техническое обслуживание электровозов серии ЭП2К. Переход на полигонные технологии позволил существенно сократить парк этих электровозов, затраты на их техническое обслуживание и текущий ремонт.

Вместе с тем на сегодняшний день существуют предпосылки и возможности для расширения единого полигона обращения пассажирских электровозов. Это связано с тем, что значительная часть участков Западно-Сибирской железной дороги протяженностью более 950 км электрифицирована на переменном токе напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц и для обслуживания пассажирских поездов в пределах этих участков применяются пассажирские электровозы серии ЭП1, приписанные к эксплуатационному локомотивному депо ТЧЭ-10 Карасук Западно-Сибирской дирекции тяги. По состоянию на сентябрь 2019 года в приписном парке этого депо насчитывалось 18 электровозов данной серии.

В границах Западно-Сибирской железной дороги электровозами серии ЭП1 обслуживаются пассажирские поезда на трех основных участках:

Иртышская – Карасук – Барнаул протяженностью 672 км;

Черепаново – Барнаул протяженностью 101 км;

Артышта-2 – Барнаул протяженностью 200 км.

С этими участками граничат плечи, электрифицированные на постоянном токе напряжением 3 кВ, соответственно:

Омск – Иртышская протяженностью 164 км;

Новосибирск – Черепаново протяженностью 105 км;

Междуреченск – Новокузнецк – Артышта-2 протяженностью 140 км.

Таким образом, все три станции (Иртышская, Черепаново и Артышта-2) обеспечивают стыковку участков, электрифицированных на разных системах тягового электроснабжения. В настоящее время при прохождении этих станций производится замена локомотива (ЭП2К на ЭП1 или обратно), что неизбежно вызывает дополнительный простой пассажирских поездов на станционных путях и увеличивает время в пути.

Решением этой проблемы и реальной альтернативой существующей организации движения на перечисленных участках является использование для вождения пассажирских поездов двухсистемных электровозов, способных проходить без смены локомотивов станции стыкования различных систем питания электрифицированных участков, представляющих своего рода «узкие места», и сократить указанные временные издержки до минимума [2].

В настоящее время на Новочеркасском электровозостроительном заводе компанией ЗАО «Трансмашхолдинг» (ТМХ) налажено производство новых двухсистемных пассажирских электровозов серии ЭП20. Эти электровозы разработаны совместно с французской компанией Alstom и оснащаются асинхронным тяговым приводом. По своим характеристикам они значительно превосходят электровозы серий ЭП2К и ЭП1, которые имеют коллекторные

тяговые двигатели [3 – 5]. Сравнение основных технических параметров электровозов приведено в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Сравнение основных технических параметров электровозов ЭП2К и ЭП20

Наименование показателя	Значение показателя для серии электровоза		Процент изменения показателя для ЭП20, %
	ЭП2К	ЭП20	
Конструкционная скорость, км/ч	160	220	+38
Рабочая масса, т	135	129	–4
Мощность часового режима на валах тяговых двигателей, кВт	4800	7200	+50
Мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт	4320	6600	+53
Сила тяги часового режима, кН	192,8	325	+69
Сила тяги продолжительного режима, кН	167,4	300	+79
Скорость часового режима, км/ч	87,8	100	+14
Скорость продолжительного режима, км/ч	91	100	+10

Анализ данных табл. 1 и 2 показывает, что при использовании двухсистемных электровозов серии ЭП20 вместо электровозов постоянного и переменного тока серий ЭП2К и ЭП1 помимо решения проблемы прохождения станций стыкования различных систем тягового электроснабжения можно есть возможность увеличить как количество вагонов в составе пассажирского поезда, так и скорость его движения.

Предварительные расчеты, выполненные на кафедре «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС, показывают, что для обеспечения существующих размеров пассажирского движения на рассматриваемых участках потребуется не более 10 электровозов серии ЭП20 (с учетом захода локомотивов на техническое обслуживание и выполнение текущего ремонта).

Наиболее целесообразным представляется сделать пунктом приписки новых двухсистемных локомотивов также эксплуатационное локомотивное депо ТЧЭ-3 Барабинск, тем более, что после того как были выведены из эксплуатации пассажирские электровозы серии ЧС2 в сервисном локомотивном депо Барабинск появилась возможность разместить соответствующую базу для проведения технических обслуживаний и текущих ремонтов этих электровозов.

В результате таких преобразований полигон обслуживания пассажирских поездов электровозами приписки ТЧЭ-3 Барабинск увеличится (рис. 1), полностью включая в себя электрифицированные участки Западно-Сибирской железной дороги, а само депо превращается в единый центр обеспечения тягой

пассажирского движения на дороге.

Таблица 2

Сравнение основных технических параметров электровозов ЭП1 и ЭП20

Наименование показателя	Значение показателя для серии электровоза		Процент изменения показателя для ЭП20, %
	ЭП1	ЭП20	
Конструкционная скорость, км/ч	140	220	+57
Рабочая масса, т	132	129	– 2
Мощность часового режима на валах тяговых двигателей, кВт	4700	7200	+53
Мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт	4400	6600	+50
Сила тяги часового режима, кН	270	325	+20
Сила тяги продолжительного режима, кН	250	300	+20
Скорость часового режима, км/ч	70	100	+43
Скорость продолжительного режима, км/ч	72	100	+39

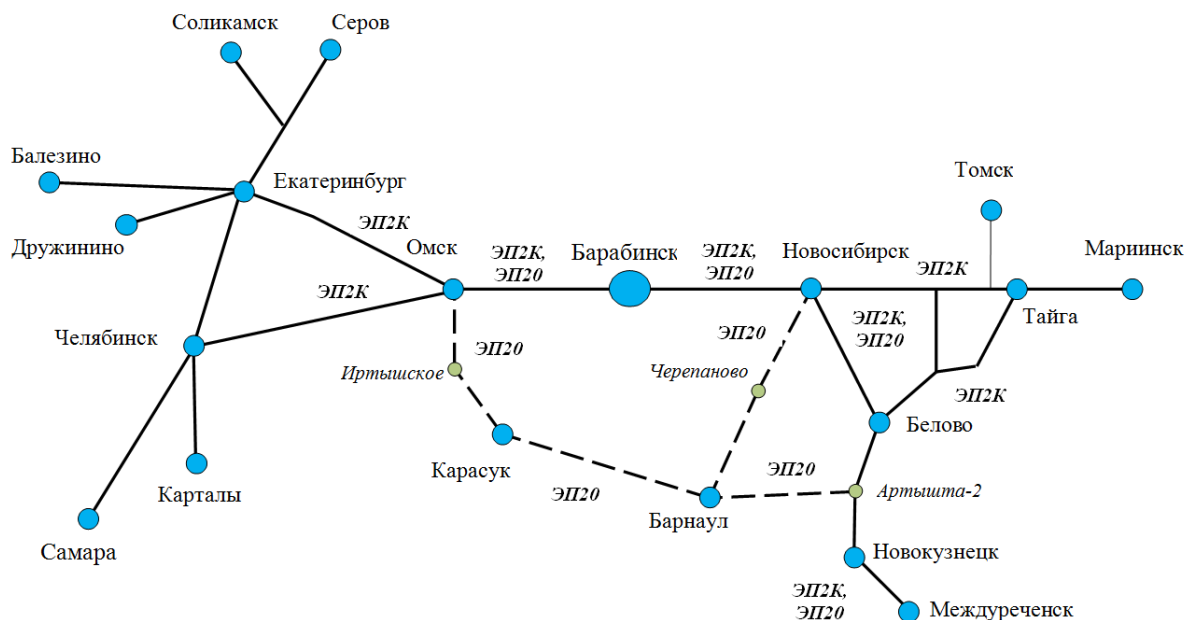


Рисунок 1 – Схема плеч полигона обращения пассажирских электровозов ЭП2К и ЭП20

Список литературы

1. Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года (основные положения). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=6396
2. Бакланов, А. А. Эффективность применения электровозов двойного питания серии 2ЭВ120 на полигоне Междуреченск – Входная [Текст] /

А. А. Бакланов, Н. В. Есин, А. П. Шиляков // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Материалы третьей всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2016. – С. 22 – 28.

3. Электровоз пассажирский ЭП2К. Руководство по эксплуатации: В 3 т. Т. 1: Техническое описание / ОАО «Коломенский завод». – Коломна, 2009. – 468 с.

4. Электровоз ЭП1: Руководство по эксплуатации / Новочеркасский электровозостроительный завод. – Новочеркасск, 2006. – Т. 1. – 528 с.

5. Электровоз магистральный ЭП20: Руководство по эксплуатации. Т. 1: Описание и работа. Электрические схемы / Новочеркасский электровозостроительный завод. – Новочеркасск, 2012. – Т. 1. – 311 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бакланов Александр Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Подвижной состав электрических железных
дорог» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: aleksbakl@mail.ru

Есин Николай Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Подвижной состав электрических железных
дорог» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-19.
E-mail: NikVE@mail.ru

Шиляков Андрей Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Подвижной состав электрических железных
дорог» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-19.
E-mail: ShilyakovAP@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTORS

Baklanov Alexandr Alexeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Cand. Eng. Sci., Associate Professor of the
department «Rolling stock of electric
Railways» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: aleksbakl@mail.ru

Esin Nikolai Vasilyevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D., associate professor of the department
«Rolling stock of electric railways» OSTU.
Phone: (3812) 31-34-19.
E-mail: NikVE@mail.ru

Shilyakov Andrey Petrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D., associate professor of the department
«Rolling stock of electric railways» OSTU.
Phone: (3812) 31-34-19.
E-mail: ShilyakovAP@omgups.ru

А. О. Бельский¹, П. А. Варавва², Р. А. Ахмеджанова²

¹ООО «Энергосервис», г. Омск, Российская Федерация,

²Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В статье проведен анализ существующих конструкций тележек грузовых вагонов, предложены новые направления развития конструкции тележек грузовых вагонов.

Ключевые слова: грузовой вагон, тележка, боковая рама, срок службы.

A. O. Belskii¹, P. A. Varavva², R. A. Akhmedzhanov²

¹LLC “Energoservice”, Omsk, the Russian Federation,

²Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CURRENT STATE AND NEW TRENDS DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF BOGIES FOR FREIGHT RAILWAYS CARS

The article analyzes the existing designs of freight railway cars, proposes new directions for the development of the design of freight railway cars.

Keywords: freight car, trolley, side frame, service life.

Среди ключевых инициатив инновационного развития ОАО «РЖД», предусмотренных стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года, комплексной программой инновационного развития ОАО «РЖД» до 2020 года, можно выделить повышение эффективности перевозочного процесса за счет повышения качественных показателей использования подвижного состава, а это не возможно без разработки нового инновационного подвижного состава [1 – 3]. Инновационный грузовой вагон должен иметь увеличенную осевую нагрузку до 25-27-30 т без увеличения воздействий на железнодорожный путь, повышенные скорости движения и надежность его деталей. При разработке подвижного состава нового поколения главным вопросом является создание новых конструкций тележек.

Основной тележкой грузовых вагонов, применяемой на 90 % подвижного

состава магистральных железных дорог России, является тележка модели 18-100. Тележка модели 18-100 была разработана в 1936 году и принята к серийному производству в 1956 году. С момента начала серийного производства тележка модели 18-100 претерпела ряд изменений и модернизаций с целью повышения эксплуатационных качеств, увеличения межремонтных пробегов и нагрузки на ось: так, в 1976 году проектная нагрузка была увеличена с 21,0 до 22,0 тс, в 1977 году – до 23,0, а позднее – до 23,5. Это стало возможным благодаря заложенному еще при разработке тележки запасу прочности [4]. Основные недостатки конструкции тележки 18-100 хорошо известно, подробно изучены в работах ведущих научных и производственных организаций. В этих же работах сформулированы требования к инновационным тележкам [5].

В настоящее время для эксплуатации на территории российских железных дорог и стран СНГ разработано более 30 моделей двухосных трёхэлементных тележек грузовых вагонов [6]. Динамика разработки новых моделей тележек приведена на рис. При этом все конструктивные решения существующих и новых тележек грузовых вагонов должны соответствовать общим техническим требованиям ГОСТ 9246-2013 «Тележки двухосные трёхэлементные грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм», что в свою очередь обеспечивает подобность их конструкции.



Рисунок 1 – Динамика разработки новых моделей тележек грузовых вагонов

Модели тележек можно объединить по конструктивным особенностям в следующие группы: тележки модели 18-100 и её аналоги (рис. 2, а); тележки модели 18-578 и её аналоги (рис. 2, б); тележки модели 18-194-1 и её аналоги (рис. 2, в); тележки, построенные с учетом опыта зарубежных производителей (рис. 2, г, д); тележки перспективных конструкций (рис. 2, е, ж); тележки с конструктивными решениями не нашедших широкого применения или допуска к эксплуатации на магистральных железных дорогах (рис. 2, з, и).

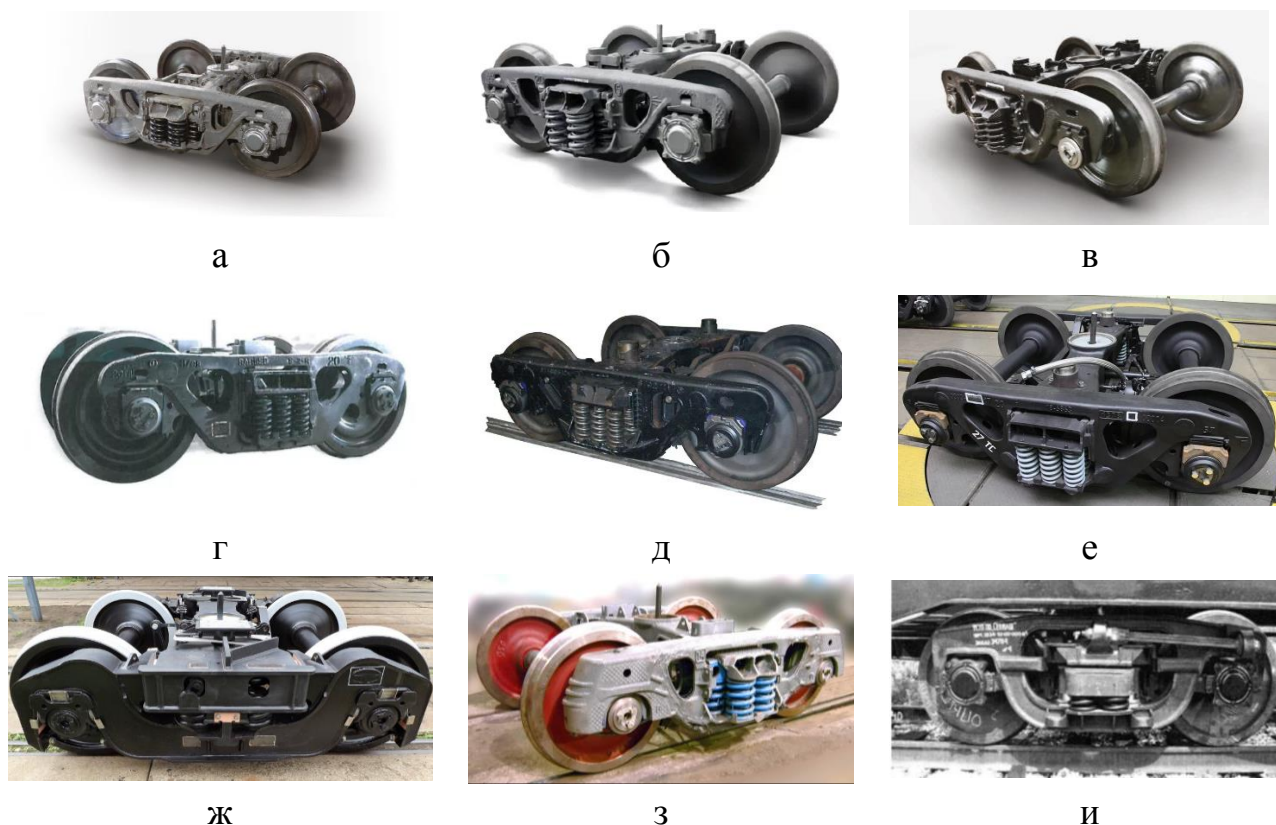


Рисунок 2 – Тележки грузовых вагонов:

а – тележка модели 18-100; б – тележка модели 18-578; в – тележка модели 18-194-1; г – тележка модели 18-9810; д – тележка модели 18-9836; е – тележка модели 18-6863; ж – тележка модели 18-9999; з – тележка модели 18-4129; и – тележка модели 18-9945

Основным отличием тележек модели 18-578 от тележек модели 18-100 является применения в конструкции упругокатковых скользунов постоянного контакта, литых деталей с увеличенным до 1,8 – 2,1 коэффициентом запаса усталостной прочности, рессорным подвешиванием с увеличенным статическим прогибом, колесных пар с колесами повышенной твердости поверхности катания и дробеструйно упрочненными дисками. Основным отличием тележек модели 18-194-1 от тележек модели 18-578 является увеличенная осевая нагрузка до 25 т на ось при сохранении динамических воздействий на путь. Это стало возможным за счет применения в конструкции колесных пар с цельнокатаными S-образными колесами, буксовых узлов с двухрядными подшипниками кассетного типа, адаптеров в буксовых проемах, создающих систему первичного подвешивания тележки, рессорного подвешивания повышенной гибкости с билинейной силовой характеристикой. Тележки моделей 18-9810 и 18-9836 построены с учетом опыта зарубежных производителей Standart Car Truck (SCTCO, Wabtec Corporation, США) и типа

Barber и ASF Keystone (США) соответственно. В основу конструкции тележки модели 18-9810 положены конструктивные решения тележки Barber. В основу конструкции тележки модели 18-9836 – конструктивные решения тележки Motion Control. Основным отличием тележек модели 18-6863 от тележек модели 18-9810 является увеличенная осевая нагрузка до 27 т на ось при сохранении динамических воздействий на путь, что стало возможным благодаря усиленной конструкцией надрессорной балки и боковой рамы, новой конструкцией рессорного подвешивания повышенной гибкости с кусочно-линейной силовой характеристикой, тормозной системы ТМХ. Тележка модели 18-9999 оборудована штампованными боковыми рамами и надрессорной балкой новых конструктивных форм, устройством ограничения продольного перемещения боковых рам, рессорным подвешиванием, состоящим из четырех внутренних и четырех наружных пружин [6].

Все тележки грузовых вагонов имеют общий существенный недостаток, приводящий к повышенному дефектообразованию в боковых рамах, снижению срока службы боковых рам в отдельности и вагона в целом, а именно, соединение буксового узла с боковой рамой не обеспечивает равномерно-распределенного восприятия нагрузок, возникающих при взаимодействии буксовых узлов с внутренней или наружной челюстями. Элементы буксового проема взаимодействуют с соответствующими элементами буксового узла и испытывают под действием тяговых и весовых нагрузок, возникающих при движении подвижного состава, максимальные напряжения в углах буксовых проемов. При этом концентрация сил и изгибающих моментов в углах, предельная и не зависит от площади и формы поперечного сечения элементов боковой рамы.

Авторами настоящей статьи разработаны конструкции тележек (рисунок), позволяющие исключить вышеуказанный недостаток, путем создания замкнутого контура буксового проема боковой рамы равномерно воспринимающего нагрузки от буксового узла. В зависимости от предъявляемых требований, замкнутый контур буксового проема может быть либо разъемных, либо цельным.

Теоретические исследования предложенных конструкций тележек на соответствия требованиям к прочности и динамическим качествам ГОСТ 33211-2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам» проводились с применением численных методов, реализованных в

программных комплексах ANSYS, «Универсальный механизм» соответственно.

Результаты теоретических исследования подтвердили правильность предложенных конструктивных решений, направленных на решение задач инновационного развития ОАО «РЖД». Для окончательного подтверждения достоинств, выявления недостатков предложенных конструкций двухосных трёхэлементных тележек, требуется проведение полномасштабных экспериментальных исследований.

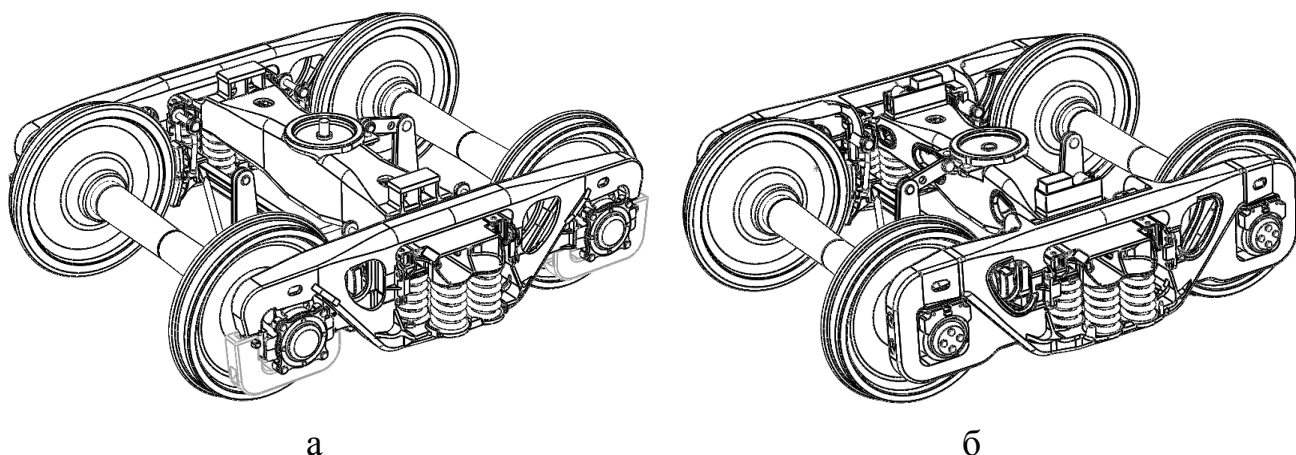


Рисунок 3 – Предлагаемые конструкции тележек грузовых вагонов:

- а – тележка, оборудованная боковыми рамами с подбуксовыми скобами;
б – тележка оборудованная боковыми рамам с замкнутыми буксовыми узлами

Список литературы

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/documents/1/1010> (Дата обращения: 20.01.2020).
2. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=7017 (Дата обращения: 20.01.2020).
3. Комплексная программа инновационного развития ОАО «РЖД» в период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / http://www.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=666& (Дата обращения: 20.01.2020).
4. Додонов, А. В. Анализ исследований по совершенствованию тележки модели 18-100 за последние 15 лет [Текст] / А. В. Додонов, Ю. В. Почиталов // Повышение эффективности эксплуатации грузовых вагонов и совершенствование их конструкции: Сб. науч. тр. / Инженерный центр вагоностроения. – СПб.: 2006. – С. 66 – 78.

5. Причины нарушения безопасности движения грузовых вагонов в эксплуатации [Текст] / И. И. Галиев, В. А. Николаев [и др.]. // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск. – 2013. – № 3 (15). – С. 133 – 141.

6. Бельский, А. О. Конструктивные особенности двухосных трёхэлементных тележек грузовых вагонов колеи 1520 мм: Учебное пособие [Текст] / А. О. Бельский, Р. А. Ахмеджанов. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2015. – 131 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бельский Александр Олегович

ООО «Энергосервис».

Мира пр., д. 3, помещение 10, г. Омск,
644080, Российская Федерация.

Начальник технического отдела.

Тел.: +7 (923) 677-19-47.

E-mail: mail-n@bk.ru

Варавва Павел Андреевич

Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Вагоны и вагонное
хозяйство» ОмГУПС.

Тел.: 7 (913) 684-19-39.

Ахмеджанов Равиль Абдрахманович

Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, профессор
кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»
ОмГУПС.

Тел.: +7 (904) 326-06-69

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Belskii Aleksander Olegovich

LLC “Energoservice”.

Mira Ave, 3, room 10, Omsk, 644080,
the Russian Federation.

Head of technical Department.

Phone: +7 (923) 677-19-47.

E-mail: mail-n@bk.ru

Varavva Pavel Andreevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Post-graduate of the Department of "Railcars
and railcar services" OSTU.

Phone: +7 (913) 684-19-39.

Akhmedzhanov Ravil Abdrakhmanovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx st., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

PhD in Engineering, Professor, Professor
of the Department of "Railcars and railcar
services" OSTU.

Phone: +7 (923) 677-19-47.

П. Н. Блинов, В. В. Томилов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ТРАНСПОРТНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ,
НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОБЪЕКТАМИ ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

В статье рассмотрены организационные особенности выполнения федерального закона Российской Федерации «О транспортной безопасности» в части соблюдения требований по обеспечению транспортной безопасности объектов (зданий, строений, сооружений), не относящихся к объектам транспортной инфраструктуры и расположенных на земельных участках, соседствующих с объектами транспортной инфраструктуры и отнесенных к охраняемым зонам земель транспорта. Систематизированы мероприятия, обязательные для реализации на таких транспортных объектах.

Ключевые слова: транспорт, железнодорожные предприятия, организация производства, транспортная безопасность, требования по обеспечению транспортной безопасности, субъект транспортной инфраструктуры, объект транспортной инфраструктуры, охраняемые зоны земель транспорта.

Pavel N. Blinov, Valery V. Tomilov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

**PECULIARITIES OF ORGANIZATION OF WORKS ON TRANSPORT
SAFETY IN RAILWAY ENTERPRISES, NON-TRANSPORT
INFRASTRUCTURE OBJECTS**

The article deals with the organizational features of the Federal law of the Russian Federation on "transportation security compliance requirements to ensure transport security objects (buildings, structures), not related to transport infrastructure objects and located on land adjacent to transport infrastructure objects in the security zones of land transport. Systematized the activities required for the implementation of such transport facilities.

Keywords: transport, railway enterprises, organization of production, transport security, transportation security requirements, the subject of the transport infrastructure, transport infrastructure object, protected areas land transport.

В целях повышения устойчивости функционирования транспорта и

транспортных организаций, обеспечения безопасности перевозки пассажиров, обеспечения стабильности и безопасности перевозок грузов, надёжности и качества работы объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ) Правительством Российской Федерации разработан комплекс мер, направленный на обеспечение транспортной безопасности.

Понятие «транспортная безопасность» определено Федеральным законом Российской Федерации от 9 февраля 2007 года №16-ФЗ «О транспортной безопасности» как состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств (ОТИ и ТС) от актов незаконного вмешательства (АНВ) [1].

Данный федеральный закон предусматривает обеспечение транспортной безопасности субъектами транспортной инфраструктуры и перевозчиками на основе единого подхода к оценке угроз, планированию и реализации мероприятий по обеспечению безопасности ОТИ и ТС.

К задачам повышения защищенности людей на транспорте от АНВ, в том числе террористических актов относятся: формирование и реализация комплекса организационных и технических мероприятий, оснащение ОТИ и ТС инженерно-техническими системами и средствами обеспечения транспортной безопасности.

Федеральным законом 16-ФЗ установлено, что объекты транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта – это технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные вокзалы и станции; метрополитены; тоннели, эстакады, мосты; определяемые Правительством Российской Федерации участки железнодорожных путей, а также обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения и помещения для обслуживания пассажиров и транспортных средств, погрузки, разгрузки и хранения грузов повышенной опасности и (или) опасных грузов, на перевозку которых требуется специальное разрешение; здания, строения, сооружения, обеспечивающие управление транспортным комплексом, его функционирование, используемые федеральными органами исполнительной власти в области транспорта, их территориальными органами и подведомственными организациями, а также объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств железнодорожного транспорта, определяемые министерством транспорта РФ, по согласованию с ФСБ РФ и МВД РФ.

Перечень зданий, строений и сооружений, обеспечивающих управление транспортным комплексом, установлен Постановлением Правительства РФ от 18.07.2016 № 686 [2].

В данном перечне в настоящее время отсутствуют многие крупные железнодорожные предприятия, в том числе те из них, которые обеспечивают функционирование инфраструктуры, владеют на праве собственности или приписки железнодорожным подвижным составом, относящимся к транспортным средствам в соответствии с Федеральным законом № 16-ФЗ. Это такие предприятия, как моторвагонные, пассажирские вагонные, грузовые вагонные, локомотивные депо, дистанции электроснабжения, пути и другие.

Таким образом, далеко не все предприятия железнодорожного транспорта относятся к категории объектов транспортной инфраструктуры, но могут находиться на их территории (например, на территории станции) или на земельных участках, граничащих с объектами транспортной инфраструктуры и отнесенных к охранным зонам земель транспорта, в соответствии с Земельным кодексом РФ [3]. Пример схемы возможного взаимного расположения железнодорожных предприятий на местности приведен на рисунке.

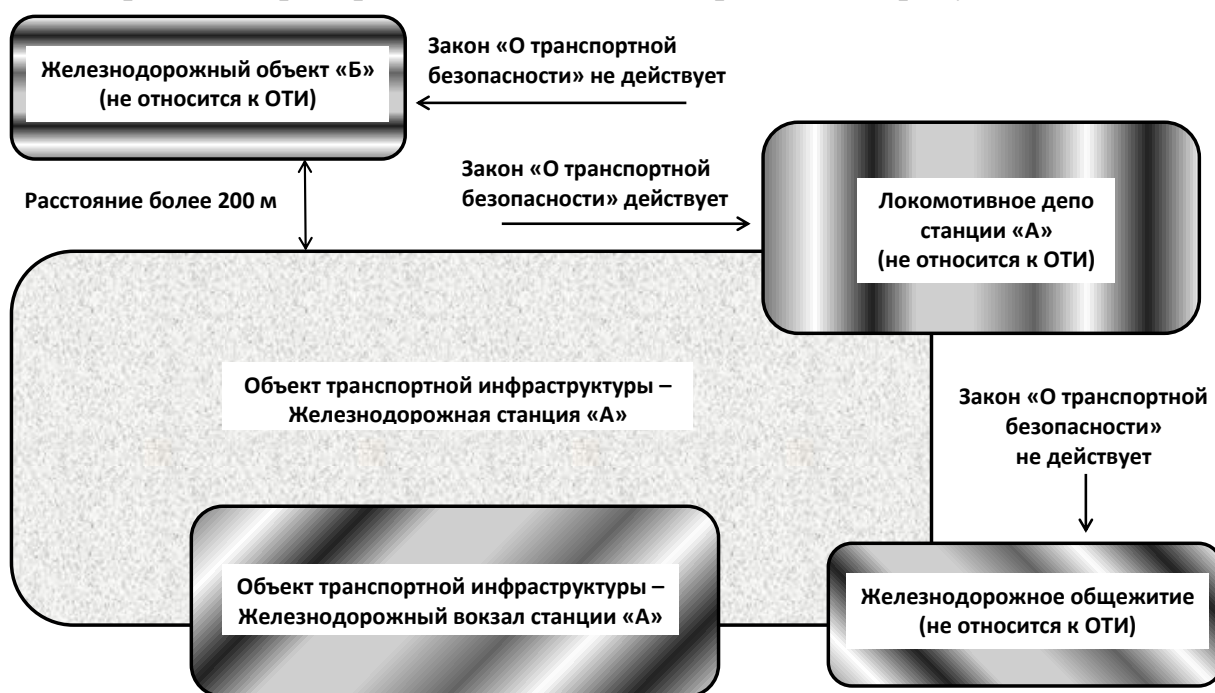


Рисунок 1 – Схема возможного взаимного расположения железнодорожных объектов на местности

На схеме представлен объект транспортной инфраструктуры – железнодорожная станция «А», на территории которой располагаются объект транспортной инфраструктуры – железнодорожный вокзал станции «А», а также к территории станции прилегает локомотивное депо станции «А», которое согласно действующей нормативной базе не относится к ОТИ. Кроме

того, по соседству, на расстоянии до территории станции более 200 метров располагается железнодорожный объект «Б», также не относящийся к ОТИ.

Требования, которые необходимо соблюдать для обеспечения транспортной безопасности и антитеррористической защищенности объектов или территорий, устанавливаются в настоящее время Правительством РФ. Для ОТИ и ТС железнодорожного транспорта требования установлены Постановлением Правительства РФ от 26.04.2017 № 495 [4].

Принятое 23.01.2016 Постановление Правительства РФ № 29 [5] определяет комплекс организационных и технических мероприятий для зданий, строений и сооружений, которые не относятся к ОТИ, но размещены на земельных участках, непосредственно граничащих с ОТИ. Таким образом, представленное на схеме (см. рисунок) предприятие – локомотивное депо станции А, прилегающее к территории станции, не относящееся к ОТИ, попадает под действие данного Постановления Правительства РФ.

Если транспортные объекты находятся на расстоянии более 200 м от границы земельного участка, на котором размещен ОТИ, то требования указанного постановления в отношении них не применяются. Не применяются эти требования также в отношении объектов, относящихся к жилым помещениям в соответствии с Жилищным кодексом Российской Федерации [6]. Следовательно, на железнодорожный объект «Б» и железнодорожное общежитие, указанные на схеме (см. рисунок), не относящиеся к ОТИ, требования Постановления Правительства РФ № 29 не распространяются.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 29 юридические лица, индивидуальные предприниматели и физические лица – собственники (либо владельцы на ином законном основании) транспортных объектов, не являющихся объектами транспортной инфраструктуры, но размещенных на земельных участках, прилегающих к ОТИ, обязаны:

- 1) своими действиями и (или) бездействием не создавать условий, способствующих совершению актов незаконного вмешательства в отношении объекта транспортной инфраструктуры;

- 2) незамедлительно информировать субъект транспортной инфраструктуры о подозрениях или фактах возможной подготовки совершения акта незаконного вмешательства в отношении объекта транспортной инфраструктуры;

- 3) в случае осуществления деятельности, связанной с хранением, переработкой (перевалкой), складированием опасных грузов (грузов повышенной опасности), а также с хранением оружия и боеприпасов к нему,

информировать об этом в письменной форме субъект транспортной инфраструктуры;

4) в случае проведения ими на территории объекта культурно-массовых и (или) публичных мероприятий информировать об этом субъект транспортной инфраструктуры в срок не позднее трех дней до дня начала проведения такого мероприятия;

5) организовать контроль за входом (выходом) физических лиц, въездом (выездом) транспортных средств, вносом (выносом), ввозом (вывозом) грузов и иных материальных объектов на объект, в том числе в целях предотвращения возможности размещения или попытки размещения взрывных устройств (взрывчатых веществ), проноса (провоза) оружия и боеприпасов;

6) обеспечить ведение учета прохода (проезда, перемещения) физических лиц, транспортных средств, материальных объектов на территорию объекта или с его территории;

7) осуществлять видеофиксацию реализации мероприятий, указанных в подпункте «5», обеспечить ее хранение, а также обеспечить хранение данных и сведений, предусмотренных подпунктом «6», на электронных и (или) бумажных носителях в течение месяца.

В целях обеспечения транспортной безопасности ОТИ и ТС в соответствии с постановлением Правительства РФ от 26.04.2017 № 495 субъекты транспортной инфраструктуры и перевозчики обязаны выполнять ряд организационно-технических мер. При этом следует учесть, что Постановлением Правительства РФ № 29 реализация некоторых из этих или аналогичных мер также обязательна для зданий, строений, сооружений, которые не относятся к ОТИ, но размещены на земельных участках, граничащих с ОТИ.

Для реализации указанных мер на железнодорожных предприятиях, не являющихся объектами транспортной инфраструктуры, как и на ОТИ, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 26.09.2016 № 969 [7] должны применяться технические системы и средства сигнализации, контроля доступа, досмотра, видеонаблюдения, видеозаписи, аудиозаписи, связи, приема и передачи информации, оповещения.

Таким образом, руководители железнодорожных и других транспортных предприятий, не являющихся объектами транспортной инфраструктуры и расположенных на земельных участках, прилегающих к объектам транспортной инфраструктуры и отнесенных к охраняемым зонам земель транспорта, при организации производственного процесса на таких предприятиях обязаны

обеспечивать выполнение требований закона «О транспортной безопасности» в части их касающейся.

Список литературы

1. О транспортной безопасности [Текст]: Федеральный закон от 09 февр. 2007 г. № 16-ФЗ // Собр. законодательства. – 2007. – № 7, (12 февр.).

2. Об определении участков автомобильных дорог, железнодорожных и внутренних водных путей, вертодромов, посадочных площадок, а также иных обеспечивающих функционирование транспортного комплекса зданий, сооружений, устройств и оборудования, являющихся объектами транспортной инфраструктуры [Текст]: Постановление Правительства РФ от 18 июля 2016 г. № 686 // Собр. законодательства. – 2016. – № 30 (25 июля).

3. Земельный кодекс Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 25 окт. 2001 г. № 136-ФЗ // Собр. законодательства. – 2001. – № 44, (29 окт.).

4. Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта [Текст]: Постановление Правительства РФ от 26 апр. 2017 г. № 495 // Собр. законодательства. – 2017. – № 19 (8 мая).

5. Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры по видам транспорта на этапе их проектирования и строительства и требований по обеспечению транспортной безопасности объектов (строений, зданий, сооружений), не являющихся объектами транспортной инфраструктуры и расположенных на земельных участках, прилегающих к объектам транспортной инфраструктуры и отнесенных в соответствии с земельным законодательством Российской Федерации к охраняемым зонам земель транспорта и о внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Текст]: Постановление Правительства РФ от 23 янв. 2016 г. № 29 // Собр. законодательства. – 2016. – № 5 (1 февр.).

6. Жилищный кодекс Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 29 дек. 2004 г. N 188-ФЗ // Собр. законодательства. – 2005. – № 1 (3 янв.).

7. Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной

безопасности [Текст]: Постановление Правительства РФ от 26 сент. 2016 г. № 969 // Собр. законодательства. – 2016. – № 40 (3 окт.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Блинов Павел Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Локомотивы», директор института
наземных транспортных систем ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-04-09.
E-mail: blinovpn@mail.ru

Томилов Валерий Викторович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электроснабжение железнодорожного
транспорта» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-34-46.
E-mail: tomilov_omsk@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Blinov Pavel Nikolayevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D. in Engineering, Associate Professor of
the department «Locomotives», Director of the
Institute of terrestrial transport systems OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-04-09.
E-mail: blinovpn@mail.ru

Tomilov Valery Victorovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D. in Engineering, Associate Professor of
the department «Railway transport
electrosupplying» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-34-46.
E-mail: tomilov_omsk@mail.ru

УДК 621.436

Ю. Б. Гришина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В статье изложена методика оценки термодинамических характеристик комбинированного топлива для двигателей внутреннего сгорания, состоящего из стандартного дизельного топлива и различного количества альтернативных добавок, предложена методика расчета средней молярной теплоемкости, теплоты сгорания и теоретически необходимого количества воздуха для сгорания единицы топлива в зависимости от процентного содержания альтернативной добавки.

Ключевые слова: альтернативные виды топлива, теплота сгорания, теоретически необходимое количество воздуха для сгорания, средняя массовая и молярная теплоемкость.

ANALYSIS OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF HYDROCARBON FUELS FOR DIESEL ENGINES

The article presents a methodology for assessing the thermodynamic characteristics of combined fuels for internal combustion engines, consisting of standard diesel fuel and various amounts of alternative additives. A method for calculating the average molar heat capacity, calorific value and theoretically necessary amount of air for burning a unit of fuel depending on the percentage of alternative additives is proposed.

Keywords: alternative types of fuel, calorific value, theoretically necessary amount of air for combustion, average mass and molar heat capacity.

Дизельные двигатели на сегодняшний день являются наиболее эффективными силовыми установками для получения механической энергии из углеводородного топлива. Однако, поскольку разведанные ресурсы нефти ограничены, и, следовательно, ограничены возможности расширения ресурсов дизельного топлива за счет переработки нефтяного сырья, совершенно очевиден повышенный интерес к использованию в дизелях новых видов рабочего тела, представляющего собой смесь воздуха, дизельного топлива и различных присадок, способствующих совершенствованию процесса сгорания, что приведет к повышению топливной экономичности и снижению вредных выбросов и парниковых газов в продуктах сгорания.

На основании проведенных теоретических исследований, представленных в работах [1, 2] установлено, что при оценке пригодности альтернативных видов топлива для дизельных двигателей, определяющими показателями являются: обеспечение эффективности рабочего цикла (требуемой экономичности); – снижение количества вредных выбросов и парниковых газов в отработавших газах; увеличение моторесурса деталей и узлов.

В настоящее время большинство моторных топлив производят из нефти. Природный и нефтяной газ рассматривают в качестве транспортного топлива уже многие годы, однако его непосредственное использование в сжатом или сжиженном состоянии в широком масштабе для тепловозных энергетических установок еще не используется.

Термин «альтернативное топливо» предполагает топливо альтернативным относительно дизельного топлива и бензина. По физико-

химическим свойствам альтернативные моторные топлива могут быть разделены на три группы [1]:

1. Топлива на нефтяной основе с добавками кислородосодержащих соединений не нефтяного происхождения (спиртов, эфиров, водно-топливных эмульсий).

2. Синтетические (искусственные) жидкие топлива, идентичные по своим свойствам традиционным нефтяным топливам и получаемые при переработке жидкого, газообразного и твердого сырья. В эту группу могут быть отнесены: бензин, полученный из метанола; топлива, полученные прямым синтезом из оксида углерода (CO) и водорода (H₂) и др.

3. Топлива, существенно отличающиеся по физико-химическим и эксплуатационным свойствам и по агрегатному состоянию от традиционных. К этой группе относятся спиртовые топлива, применяемые в чистом виде (метанол, этанол), а также газообразные топлива – природный компримированный (сжатый) газ, сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан), водород и другие.

Предполагается, что применение биологических видов топлива позволит сохранить баланс углекислого газа (CO₂) в атмосфере, что будет препятствовать образованию парникового эффекта [3], так как выброс углекислого газа (CO₂) при сжигании биотоплива в цилиндре двигателя сопоставим с количеством углекислого газа (CO₂), поглощаемым в процессе фотосинтеза при выращивании исходного сырья.

Как и для стандартного углеводородного топлива, теплота сгорания и теоретически необходимое количество воздуха для сгорания единицы топливной смеси определяются по выражениям:

$$H_U = 33913C + 102995H - 10885(O - S), \quad (1)$$

$$L_O = 0,397C + 1,19H + 0,149S - 0,149O. \quad (2)$$

Используя выше приведенную методику, рассчитаны элементарный химический состав и термодинамические свойства топливных смесей, состоящих из дизельного топлива среднего элементарного состава (C= 0,845; H= 0,136; O= 0,012; S= 0,006) и различных альтернативных добавок.

На основании изменения элементарного химического состава и термодинамических параметров топливных смесей при различной величине добавки можно сделать следующие выводы:

– практически для всех видов топливной смеси увеличение количества альтернативной добавки приведет к существенному расходу тепла на тепловую диссоциацию добавки, а, следовательно, к существенному снижению теплоты

сгорания, топливной смеси;

– теоретически необходимое количество воздуха для сгорания единицы топлива уменьшается, что при сохранении цикловой подачи дизельного топлива приведет к уменьшению коэффициента избытка воздуха для сгорания, к снижению полноты сгорания топлива, к увеличению дымления дизеля, к ухудшению его экологических характеристик, к увеличению количества вредных выбросов в отработавших газах.

Теплоемкость рабочего тела на линиях сжатия, сгорания-расширения из предположения, что альтернативное топливо подается в процессе наполнения, будет зависеть как от текущей температуры рабочего тела, так и от элементарного состава рабочей смеси. В общем случае средняя мольная теплоемкость, а следовательно и средняя изобарная теплоемкость, рабочего тела есть функция двух переменных, а именно доли альтернативного топлива в составе смеси и соответствующей температуры.

Для процесса сжатия, когда доля сгоревшего топлива практически равна нулю ($\Delta x = 0$) уравнения для определения средней мольной изохорной теплоемкости будет иметь вид, кДж/(кмоль·К)

$$C_{uc} = \frac{(1,64\Delta x + \gamma_r)C_v^{(cz)} + [\alpha(1 + \gamma_r) - (\Delta x - \gamma_r)]C_v^{(e)}}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0,064\Delta x} = a_{uc} + b_c T_c, \quad (3)$$

где $C_v^{(cz)}$, $C_v^{(e)}$ – соответственно средняя мольная теплоемкость чистых продуктов сгорания и сухого воздуха, кДж/(кмоль·К);

T_c – текущая температура рабочего тела в процессе сжатия, К;

Δx – доля сгоревшего топлива на линии сжатия;

γ_r – коэффициент остаточных газов;

α – коэффициент избытка воздуха для сгорания топлива.

Подставив в уравнение (3) полученные ранее значения для средней мольной теплоемкости и проведя некоторые преобразования, получим выражения для коэффициентов регрессии в случае применения в дизельных двигателях комбинированных видов топлива:

$$a_{uc} = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r)} (c_1\gamma_r + c_3\alpha - c_4\alpha d + c_5\alpha d^2 + c_3\alpha\gamma_r - c_4\alpha\gamma_r d + c_5\alpha\gamma_r d^2 + c_3\gamma_r + c_4\gamma_r d - c_5\gamma_r d^2), \quad (4)$$

$$b_c = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r)} (c_2\gamma_r + c_6\alpha - c_7\alpha d - c_8\alpha d^2 + c_6\alpha\gamma_r - c_7\alpha\gamma_r d - c_8\alpha\gamma_r d^2 - c_6\gamma_r + c_7\gamma_r d + c_8\gamma_r d^2). \quad (5)$$

При расчете процесса сгорания топлива в цилиндре двигателя, когда доля сгоревшего топлива может достигать единицы ($\Delta x = 1$), значения коэффициентов регрессии уравнения мольной теплоемкости $C_{uz} = a_{uz} + b_z T_z$ могут быть представлены в виде:

$$a_{uz} = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0,064\Delta x} (1,064c_1\Delta x + c_1\gamma_r + c_3\alpha - c_4\alpha d + c_5\alpha d^2 + c_3\alpha\gamma_r - c_4\alpha\gamma_r d + c_5\alpha\gamma_r d^2 - c_3\Delta x + c_4d\Delta x - c_5d^2\Delta x - c_3\gamma_r + c_4\gamma_r d - c_5\gamma_r d^2), \quad (6)$$

$$b_z = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0,064\Delta x} (c_2\gamma_r + c_6\alpha + c_7\gamma_r d - c_8\alpha d^2 + c_6\alpha\gamma_r - c_7\alpha d - c_8\alpha\gamma_r d^2 + c_6\Delta x + c_7d\Delta x + c_8d^2\Delta x + c_6\gamma_r d + c_7\alpha\gamma_r d + c_8\gamma_r d^2). \quad (7)$$

Приведенные уравнения позволяют оценить интенсивность теплообмена между рабочим телом и деталями двигателя в процессе сгорания, если полагать, что доля сгоревшего топлива зависит от продолжительности сгорания, то есть предположить, что $\Delta x = \tau/\tau_{\text{сгор}}$ и распределена по какому-либо известному закону выгорания, например по закону Вибе.

В классической теории расчета рабочего цикла двигателя Гриневецкого-Мазинга сделано предположение, что к концу видимого сгорания (положение точки «Z» на индикаторной диаграмме) доля сгоревшего топлива равна единицы, что не соответствует действительности при расчете исполненных, серийных, двигателей. Максимальное значение Δx в выражениях (6, 7) может составлять 0,87 – 0,89.

Для процесса расширения, когда в цилиндре двигателя догорает часть топлива, изменение средней мольной теплоемкости, как и ранее, описывается выражением вида $C_{vb} = a_{vb} + b_b T_b$, коэффициенты регрессии которого рассчитываются по выражениям:

$$a_{vb} = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0,064\Delta x} (1,064c_1\Delta x + c_3\gamma_r + c_3\alpha - c_4\alpha d + c_5\alpha d^2 + c_3\alpha\gamma_r - c_4\alpha\gamma_r d + c_5\alpha\gamma_r d^2 - c_3\Delta x + c_4d\Delta x - c_5d^2\Delta x - c_3\gamma_r + c_4\gamma_r d - c_5\gamma_r d^2), \quad (8)$$

$$b_b = \frac{1}{\alpha(1 + \gamma_r) + 0,064\Delta x} (1,064c_2\Delta x + c_2\gamma_r + c_6\alpha + c_7\gamma_r d - c_8\alpha d^2 + c_6\alpha\gamma_r - c_7\alpha d - c_8\alpha\gamma_r d^2 + c_6\Delta x + c_7d\Delta x + c_8d^2\Delta x + c_6\gamma_r d + c_7\alpha\gamma_r d + c_8\gamma_r d^2). \quad (9)$$

В выражениях (4 – 9) коэффициенты $c_1, c_2, c_3, \dots, c_7, c_8$ рассчитаны для всех исследуемых видов топлив. Согласно (4 – 9) величина коэффициентов регрессии для уравнения средней мольной теплоемкости альтернативных топливных смесей рабочих процессов дизеля зависит как от количества

добавки, так и от некоторых параметров рабочего цикла дизеля, величина которых определяется режимами работы. Наиболее существенное различие в термодинамических параметрах рабочего процесса следует ожидать при работе дизеля на режимах близких к номинальному.

Таким образом, выполненные теоретические исследования позволяют заключить, что:

- изменение физико-химических свойств топлива, которое будет иметь место при добавлении какой-либо присадки, приводит к изменению его удельной мольной и изобарной теплоемкости, увеличению интенсивности теплообмена между рабочим телом и деталями цилиндропоршневой группы;
- изменение удельной теплоемкости приведет к изменению работы, совершаемой рабочим телом в процессах сжатия и сгорания-расширения;
- изменение теплоты сгорания топливной смеси, несомненно, приведет к изменению мощности энергетической установки, изменению ее экономичности и, возможно, к изменению количества вредных выбросов в отработавших газах дизеля;
- изменение термодинамических параметров рабочего тела в начале сжатия приведет к изменению значения максимального давления и максимальной температуры сгорания, что может увеличить динамическую и тепловую напряженность деталей дизеля;

Очевидно, что окончательное решение о возможности, и самое главное, о целесообразности использования альтернативных топливных смесей в транспортных двигателях внутреннего сгорания может быть принято только после сравнительной оценки термодинамических, экономических и экологических параметров рабочего цикла дизеля, работающего при одинаковых нагрузочных режимах на различных видах топливной смеси.

Список литературы

1. Работа дизелей на нетрадиционных топливах [Текст] / В. А. Марков, А. И. Гайворонский [и др.]. – М.: Легион – Автодата, 2008. – 464 с.
2. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочник [Текст]. / Под ред. Л. В. Гурвич. – М., 1962. – 1480 с.
3. Звонов, В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания [Текст] / В. А. Звонов. – М., Машиностроение, 1981. – 159 с.
4. Термодинамические свойства газов: Справочное пособие [Текст] / М. П. Вукалович [и др.]. – М.: Машиностроение, 1953. – 1953 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гришина Юлия Борисовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ОмГУПС.

Тел.: 89043293033.

E-mail: gubuly@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Grishina Julia Borisovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Docent at the Department of «Life Safety and Ecology» OSTU.

Phone: 89043293033

E-mail: gubuly@mail.ru

УДК 331.453

О. В. Игнатов, А. А. Кообар, Б. В. Мусаткина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ КАК ФАКТОРА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

В статье приведен анализ соответствия производственного освещения предприятия железнодорожного транспорта требованиям нормативных документов к количественным характеристикам и показателям качества. Предложены мероприятия по улучшению комфортности световой среды в помещениях производственного объекта.

Ключевые слова: световая среда, источники света, светодиодные источники света, ультрафиолетовое излучение.

Oleg V. Ignatov, Alexander A. Koobar, Bela V. Musatkina

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

RESEARCH OF INDUSTRIAL LIGHTING AS A LABOR SAFETY FACTOR

The article provides an analysis of the compliance of industrial lighting of a railway transport enterprise with the requirements of regulatory documents for quantitative characteristics and quality indicators. Measures are proposed to improve the comfort of the light environment in the premises of the production facility.

Keywords: light environment, light sources, LED light sources, ultraviolet radiation.

Освещение рабочих мест играет важную роль в создании безопасных условий труда. Недостаток освещения, наличие пульсации, блескости и слепящего эффекта в поле зрения в значительной степени увеличивает риск получения работником травмы, а значительное отклонение контролируемых параметров

световой среды от нормы ведет к неоправданному повышению эксплуатационных расходов на освещение. Таким образом, задача создания благоприятных условий на рабочих местах по параметрам световой среды – это поиск оптимального соотношения между контролируемыми параметрами производственного освещения и затратами на создание, модернизацию и эксплуатацию осветительной системы.

В настоящее время основные нормативные требования к освещению, в том числе и на предприятиях вагонного и пассажирского хозяйства, устанавливаются документами [1 – 3]. В соответствии с указанными нормативными документами параметры световой среды на рабочих местах подлежат инструментальному контролю с периодичностью не реже одного раза в год. Кроме того, факторы световой среды учитываются при установлении классов (подклассов) условий труда при специальной оценке условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ), в этом случае контроль должен осуществляться не реже одного раза в пять лет. Параметры световой среды, подлежащие контролю, для указанных нормативных документов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры световой среды, подлежащие контролю

Параметр световой среды	Нормативный документ			
	Федеральный закон № 426-ФЗ	ГОСТ Р 54984-2012	Свод правил СП 52.13330.2016	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
Освещенность	да	да	да	да
Показатель ослепленности	нет	да	да	да
Коэффициент пульсации	нет	нет	да	да
Коэффициент естественного освещения	нет	нет	да	да
Яркость рабочей поверхности	нет	нет	да	да
Показатель дискомфорта	нет	нет	да	да
Энергетическая освещенность (ультрафиолетовое излучение)	да	нет	нет	нет

При анализе данных табл. 1 видно, что нормируемый, а, следовательно, и контролируемый набор параметров световой среды различен, но при установлении классов (подклассов) условий труда на рабочих местах руководствуются только Федеральным законом № 426-ФЗ, т.е. используются только количественные показатели (освещенность и энергетическая освещенность в ультрафиолетовом диапазоне). Качественные показатели световой среды при проведении специальной оценки условий труда во внимание не принимаются. Не смотря на это, именно качественные показатели, такие, как коэффициент пульсации, показатель дискомфорта, показатель ослепленности и др., в значительной степени влияют на безопасность выполнения работ, производительность труда, утомляемость работников.

Основное влияние на качественные показатели световой среды при искусственном освещении оказывают используемые источники света. В настоящее время в производственных помещениях предприятий вагонных депо применяются три типа источников искусственного света: лампы накаливания, газоразрядные лампы различных типов, светодиодные лампы различных типов.

Каждый из применяемых типов источников света имеет свои особенности, как положительные, так и отрицательные: светоотдача, энергоэффективность, пульсация светового потока, излучаемый спектр, наличие ультрафиолетовой составляющей, необходимость специальной утилизации, пожарная опасность, срок службы и другие. Совокупность перечисленных характеристик источника света определяет возможность и необходимость его применения в тех или иных условиях производственной среды.

В июне 2018 года в одном из структурных подразделений ОАО «РЖД» сотрудниками кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ОмГУПС проводились измерения показателей световой среды в производственных помещениях.

Измерения проводились для условий естественного освещения и при совмещенном освещении. Определялись показатели естественного освещения (освещенность рабочей поверхности, Лк; коэффициент естественного освещения КЕО, %; яркость рабочей поверхности, Кд/м²), показатели совмещенного освещения (освещенность рабочей поверхности, Лк; коэффициент пульсации, %; яркость рабочей поверхности, Кд/м²) на рабочих местах в административном корпусе (источники света – светодиодные лампы СД) и производственном корпусе (источники света: ЛД – люминесцентные лампы дневного света; ЛХБ – люминесцентные лампы холодного белого света; СД – светодиодные лампы).

Измеренные показатели естественного и совмещенного освещения рабочих мест в административном корпусе соответствуют нормам, класс условий труда – 2 (допустимый).

Количественные показатели естественного и совмещенного освещения рабочих мест в производственном корпусе соответствуют нормам, класс условий труда – 2 (допустимый). Качественные показатели совмещенного освещения на рабочих местах со светодиодными лампами соответствуют нормам. Качественный показатель – коэффициент пульсации светового потока в отделении ремонта воздухораспределителей с люминесцентными лампами ЛД, ЛХБ – выше ПДУ (23 % при норме 20 %), что требует проведения мероприятий по снижению пульсации света на рабочем месте (например, может быть рекомендована замена люминесцентных ламп на светодиодные; или применение люминесцентных ламп с электронными пускорегулирующими аппаратами – ЭПРА).

Измерения энергетической освещенности ультрафиолетового излучения, мВт/м^2 , в спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В, УФ-С при совмещенном освещении на рабочих местах в административном корпусе (источники света – лампы СД) и производственных помещениях (источники света – лампы ЛД, ЛХБ, СД) показали несоответствие параметров световой среды всех обследованных рабочих мест требованиям нормативных документов [1 – 3] по уровням УФ-излучений, а именно:

превышение ПДУ УФ-А излучений в отделении ремонта воздухораспределителей (лампы ЛД, ЛХБ), в отделении ремонта авторегуляторов (СД лампы);

недопустимое наличие УФ-излучений спектральных диапазонов УФ-В и УФ-С на всех обследованных рабочих местах административного и производственных корпусов.

При этом наблюдалось несоответствие параметров, характеризующих качество световой среды, устанавливаемых СП 52.13330.2016 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Самые значительные отклонения в худшую сторону были зафиксированы в кабинетах с персональными компьютерами административного корпуса.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на соответствие количественных показателей нормам, качественные показатели освещенности производственных помещений не выполняются. Также необходимо отметить, что на рассматриваемом предприятии ведется замена газоразрядных источников света на светодиодные, но замена осуществляется постепенно даже в отдельно взятых

помещениях. Такая замена приводит к тому, что в одном помещении присутствуют различные типы источников света, более того источники света одного вида (светодиодные лампы или газоразрядные) в одном помещении могут быть разных типов, а следовательно обладать различными характеристиками, что в свою очередь так же не добавляет комфорта световой среде.

Для обеспечения качественной световой среды в производственных помещениях и создания комфортных условий работы необходимо выполнять замену источников света одномоментно и применять источники света одного типа.

Одномоментная замена требует значительных финансовых затрат. Ориентировочный срок окупаемости затрат на замену существующих источников света на светодиодные составляет в среднем 8-10 лет [5]. Замена источников света на светодиодные создаст световую среду на рабочих местах, полностью соответствующую государственным нормативным требованиям охраны и гигиены труда.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54984-2012. Освещение наружное объектов железнодорожного транспорта. Нормы и методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2013. – 17 с.
2. Свод правил СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. – М.: Стандартинформ, 2017. – 81 с.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Стандартинформ, 2003. – 64 с.
4. Анализ условий труда в вагонных депо и разработка рекомендаций по их улучшению / Ю. Н. Хмельницкий [и др.] // Отчет № 2216 о госбюджетной НИР № ГР 01.9.50002207. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – 79 с.
5. Кошара, А. С. Анализ условий освещенности помещений учебных заведений / А. С. Кошара, Т. В. Пешкин // Сб. трудов Четвертой Всероссийской науч.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь». – Иркутск: Иркутский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – С. 345 – 349.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Игнатов Олег Васильевич

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Безопасность жизнедеятельности
и экология» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-07-94.
E-mail: bg_omgups@mail.ru

Кообар Александр Александрович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Безопасность жизнедеятельности
и экология» ОмГУПС
Тел.: +7(3812) 31-07-94.
E-mail: koobar_a_a@mail.ru

Мусаткина Бэла Владимировна

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Безопасность жизнедеятельности
и экология» ОмГУПС.
Тел.: +7(3812) 31-07-94
E-mail: iovv@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ignatov Oleg Vasilevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation
Senior lecturer of Department «Life Safety
and Ecology» OSTU.
Phone: (3812) 31-07-94.
E-mail: bg_omgups@mail.ru

Koobar Alexander Alexandrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation
Senior lecturer of the department «Life safety
and ecology» OSTU
Phone: +7(3812) 31-07-94.
E-mail: koobar_a_a@mail.ru

Musatkina Bela Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation
Senior lecturer of the department «Life safety
and ecology» OSTU.
Phone: +7(3812) 31-07-94.
E-mail: iovv@mail.ru

УДК 930.1(09):329.021.3(571)

С. П. Исачкин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНОГО МАТЕРИАЛА В ПРЕПОДАВАНИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН МАГИСТРАТУРЫ И АСПИРАНТУРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

В работе рассматривается методика использования материалов об Омске в исторических курсах, предназначенных для магистратуры и аспирантуры технических

направлений ОмГУПСа. Автор приходит к выводу о пользе такого подхода в процессе формирования исследовательских качеств и методологических позиций обучающихся.

Ключевые слова: Омский регион, город, технический вуз, магистратура, аспирантура, история, археология, электроника, космонавтика.

Sergei P. Isachkin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

USE OF LOCAL MATERIAL IN TEACHING HISTORICAL DISCIPLINES FOR MASTERS AND POSTGRADUATES OF TECHNICAL DIRECTIONS

The paper considers the method of using materials about Omsk in historical courses intended for master's and postgraduate courses in technical areas of OSTU. The author comes to the conclusion that this approach is useful in the process of forming research qualities and methodological positions of students.

Keywords: Omsk region, city, technical University, Omsk region, city, technical University, master's study, postgraduate study, history, archeology, electronics, cosmonautics.

Использованию материалов по истории родного края, города, административного округа, сельского поселения всегда придавалось особое значения в процессе преподавания и воспитательной деятельности. Это в полной мере относится не только к средним учебным заведениям, но и к вузам разного профиля. В результате изучения событий, фактов, конкретных примеров из прошлого малой родины обучающиеся расширяют свой кругозор, а главное – приобретают навыки сравнительного анализа общего и особенного, объективного и субъективного, закономерного и случайного в ходе социального развития. В свою очередь данные факторы способствуют формированию мировоззренческих позиций и методологических принципов, что важно на всех уровнях обучения высшей школы. Однако, если включение местного материала в курс дисциплины «История» для студентов бакалавриата и специалитета вполне логично и закономерно, то необходимость его использования на уровне магистратуры и аспирантуры вызывает сомнение. Вместе с тем преподавание исторических дисциплин ведется и там. Разумеется, «История и методология научно-технической деятельности» для магистрантов и «История и философия науки», предназначенная аспирантам, – курсы в большей мере теоретические, но и они немыслимы без фактов конкретной истории, а в условиях технического вуза неотделимы от истории науки и

техники. В частности программа кандидатского экзамена по истории и философии науки предполагает знания трех глобальных разделов, один из которых – «История техники и технических наук». Такой подход дает возможность связать содержание данных дисциплин с реальной жизнью, конкретными людьми, причем не только в масштабах всего человечества, но и своей страны, родного края или города.

Следует отметить, что Омск, а в ряде случаев и его периферия, относятся к числу мест нашей страны, прошлое которых богато интересными фактами и находками. В этом смысле довольно представительной является археология нашего края, что дает возможность ознакомиться непосредственно с орудиями труда и предметами быта ранних этапов истории человечества. Вне всякого сомнения, территория основания самого города была населена еще в глубокой древности. В индийском священном писании «Ра-М-Ха-Инта» содержатся сведения о том, будто более 100 тыс. лет назад на месте слияния Оми с Иртышом находилось поселение под названием «Асгарда» (город богов) [1]. Будет ли эта тайна когда-нибудь разгадана неизвестно. Вместе с тем в результате археологических раскопок 2014 г. в окрестностях Усть-Ишима были найдены человеческие останки возрастом 45 тыс. лет [2]. По утверждению ученых, они представляют собой самую древнюю находку подобного рода в Восточной Евразии. До этого считалось, что в данном регионе первые стоянки людей образовались не ранее 10 тыс. лет до нашей эры. Однако такая дата уже неоднократно опровергалась.

Недалеко от села Черноозерье Саргатского района Омской области был обнаружен кинжал, сделанный из ребра быка 14 тыс. лет назад. По его краям находятся пропилены, куда вставлены ножевидные каменные пластины. Для выпрямления кость распаривалась в кипятке с растертыми листьями щавеля и других трав. (Таким же образом могли изготавливаться пики из бивней мамонта). Система насечек на кинжале складывается в достаточно четкий узор, для нанесения которого необходимо было владеть как минимум десятичным счетом. Данная находка пополнила существующие коллекции Омского государственного историко-краеведческого музея. Экспонат наглядно демонстрирует уровень знаний природы и технического мастерства людей завершающей стадии каменного века. В экспозициях музея присутствуют также вещественные доказательства производственной деятельности человека бронзового и железного веков. Поэтому тема «Зарождение научных и технических знаний на ранних этапах истории человечества» завершается, как правило, посещением выставки «Археология Омского Прииртышья» в ОГИКМ,

что плодотворно сказывается на усвоении соответствующих курсов.

Интересные сведения о представителях Омска имеются для раскрытия темы «Достижения науки и техники на современном этапе». В частности в сферах электроники и космоса их вклад можно назвать без преувеличения уникальным.

Началом электроники считается изобретение радио в середине 90-х гг. XIX в. В нашей стране оно становится массовым явлением только в советское время. В европейской части СССР радиовещание началось в 1924 г., а в азиатской – только через три года. Примечательно, что Омск стал первым из населенных пунктов Советского Союза за Уралом, где были организованы постоянные радиопередачи. Они начались 26 апреля 1927 г. Передачи велись с помощью 80 репродукторов, установленных по всему городу [3]. Вскоре радиоприемник стал неотъемлемым предметом быта каждой семьи не только на западе, но и на востоке страны.

Далее наступила эпоха создания и постоянного совершенствования электронно-вычислительных машин, а с конца 60-х гг. XX в. начинают разрабатываться персональные компьютеры. Самый первый из них был изобретен в Омске членом Российской инженерной академии наук Арсением Анатольевичем Гороховым. Его трудовая биография началась на Омской железной дороге, продолжилась на радиозаводе имени А. С. Попова и завершилась в филиале Научно-исследовательского института технологии машиностроения. В стенах этого НИИ, входящего тогда в структуру местного авиационного завода, был создан так называемый «программирующий прибор», на который в 1973 г. было выдано авторское свидетельство под номером 383005 [4]. Отечественные специалисты, в том числе академик С. П. Капица, не сомневаются в том, что данный прибор по своему устройству и назначению был именно персональным компьютером. Однако для внедрения изобретения в производство нужен был промышленный образец, на разработку которого требовалось целевое финансирование. Между тем Министерство общего машиностроения СССР так и не выделило необходимых средств из-за некомпетентности и недальновидности чиновников. В результате страна потеряла гениальное изобретение стратегического значения, а в 1975 г. американская фирма «Эппл компьютерз» начала производство персональных ЭВМ. Дальнейшее развитие электронных технологий привело к компьютерной революции рубежа XX – XXI вв. Сейчас в мире функционируют миллионы высокопроизводительных ЭВМ, а персональные компьютеры в развитых странах стали предметом первой необходимости для значительной части населения.

Другим глобальным событием в развитии современной научно-технической мысли стало покорение космоса. Открытие космической эры в истории человечества состоялось 4 октября 1957 г., когда в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли. Вторым эпохальным событием на пути покорения космоса стал полет советского гражданина Юрия Алексеевича Гагарина вокруг нашей планеты 12 апреля 1961 г. на корабле «Восток». Следует подчеркнуть, что к этим величайшим достижениям имели непосредственное отношение жители города Омска. Именно сюда в период Великой Отечественной войны был эвакуирован на хранение архив К. Э. Циолковского, благодаря чему его творческое наследие не пострадало и в дальнейшем было использовано в научных целях. Важно также знать, что момент пуска космического корабля с Юрием Гагариным на борту определялся по стрелке специального прибора, произведенного в Омске. Кроме того, в оснащении этого корабля присутствовала измерительно-преобразовательная головка, выпущенная омским заводом «Электроточприбор» [5]. В свою очередь в медицинском обеспечении первых космических полетов принимал участие омич Иван Тимофеевич Акулиничев. Именно он проводил обследование состояния здоровья первого в мире космонавта после приземления. И. Т. Акулиничев прошел путь от выпускника Омского медицинского института до члена Международной академии астронавтики. За успехи в изучении физиологии человека в космическом пространстве он был награжден Золотой медалью имени Христофора Колумба. Из всех наших соотечественников такой чести удостоивались только академик М. В. Келдыш и сам Ю. А. Гагарин [6, с. 52].

Продолжением вклада Омска в отечественную космонавтику является испытание ракеты-носителя нового поколения «Ангара», в создание которой приняли участие ученые и инженеры-конструкторы города. Ее первый пуск состоялся в декабре 2014 г. с космодрома Плесецк. Ракета предназначена для вывода на земную орбиту военного и научного оборудования, она относится к классу тяжелых носителей, способных доставлять на орбиту до 8 т полезного груза. В конструкции новой ракеты используются комплектующие только российского производства, а в качестве топлива применяются экологически чистые компоненты. Первая ступень ракеты обладает способностью самостоятельно возвращаться в точку запуска и совершать мягкую посадку. В настоящее время решается вопрос о сборке в полной комплектации ракеты-носителя «Ангара» в ПО «Полет» – омском филиале Государственного космического научно-производственного центра имени М. В. Хруничева [7].

Таким образом, в исторических курсах для магистратуры и аспирантуры технических направлений существуют достаточно широкие возможности использования местного материала в преподавании соответствующих дисциплин. Такой подход в значительной степени повышает интерес обучающихся к образовательному процессу, формирует навыки анализа конкретных событий, умение сопоставлять факты всеобщей, национальной и региональной истории, выявлять объективные закономерности социального развития. Все это в свою очередь плодотворно способствует пониманию сложных теоретических, методологических и философских проблем, что крайне необходимо в процессе приобретения знаний магистрантами и аспирантами, обучающимися по программам подготовки не только гуманитарных, но и технических направлений.

Список литературы

1. Инк, В. Мы живем на руинах Асгарда / В. Инк // Вечерний Омск. – 1995. – 29 марта.
2. Писаренко, Д. Кость предка. Самому древнему сибиряку 45 тыс. лет / Д. Писаренко // Аргументы и факты. – 2014. – № 21.
3. Баркова, Н. Говорит Омск, работает радиостанция / Н. Баркова // Вечерний Омск. – 1995. – 30 мая.
4. Шихатов, И. Персональный компьютер – омское изобретение / И. Шихатов // Московский комсомолец. – 1999. – 28 октября.
5. Журавлев, М. Гагарин стартовал по омским приборам / М. Журавлев // Вечерний Омск. – 2001. – 17 августа.
6. Мартишина, Н. И. Вопросы истории и философии науки и техники / Н. И. Мартишина, С. П. Исачкин, О. В. Хлебникова. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2007. – 89 с.
7. Боровская, О. «Ангара» стартует из Омска? / О. Боровская, Г. Макашенец // Четверг. – 2015. – 15 января.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Исачкин Сергей Павлович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доктор исторических наук, доцент, профессор
кафедры «История, философия и
культурология» ОмГУПС.
Тел.: 8-913-155-00-24.
E-mail: isachkinomsk@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Isachkin Sergei Pavlovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation
Doctor of History, docent, Professor of the
Department «History, Philosophy and Culture-
study» OSTU.
Phone: 8-913-155-00-24.
E-mail: isachkinomsk@rambler.ru

А. Е. Перестенко, С. Г. Истомин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В статье проведена систематизация сведений о порождаемой процессом эксплуатации электроподвижного состава информации и её связь с влияющими на расход электроэнергии факторами. Выявлены неполнота и недостаточная согласованность регистрируемой информации существующими системами. Предложена информационная модель эксплуатации электроподвижного состава. Сформулированы перспективы дальнейшей проработки темы исследования.

Ключевые слова: электроподвижной состав постоянного тока, регистраторы параметров движения, информационная модель, цифровая железная дорога, большие данные.

Artem E. Perestenko, Stanislav G. Istomin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF THE DIGITAL MODEL OF INTELLECTUAL CONTROL OF INTERACTION OF ELECTRIC-MOTION COMPOSITION AND INFRASTRUCTURE OF RAILWAYS

The article systematizes the information about the information generated by the operation process of electric rolling stock and its relationship with factors affecting energy consumption. The incompleteness and lack of consistency of the recorded information by existing systems is revealed. An information model for the operation of electric rolling stock is proposed. The prospects of further study of the research topic are formulated.

Keywords: DC electric rolling stock, motion parameter recorders, information model, digital railway, big data.

В настоящее время в компании ОАО «РЖД» разработана стратегия цифровой трансформации холдинга, которая полностью интегрирована с Указом Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024

года», программой «Цифровая экономика Российской Федерации» и Долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года. В рамках реализации Долгосрочной программы комплексный научно-технический проект «Цифровая железная дорога» имеет цель повысить конкурентоспособность и эффективность деятельности холдинга «РЖД» за счет применения прорывных информационных технологий [1 – 3]:

технологии «Industrial Internet of Things» (Промышленный Интернет Вещей) и «Big Data» (Большие Данные) для автоведения, учитывающего заданный график движения поездов, возможности инфраструктуры, команды диспетчерских центров, техническое состояние подвижного состава и статусы ближайших участников движения; для постоянного сбора первичных данных о состоянии подвижного состава и объектов инфраструктуры с последующим формированием комплексного описания объектов в целях управления их жизненным циклом, контроля состояния подвижного состава в движении, цифровой диагностики объектов инфраструктуры, а также оперативного взаимодействия с участниками производственной деятельности и поставщиками;

технология «Imitation Modeling» (Имитационное Моделирование) для управления вагонами и локомотивами, позволяющая определять оптимальный режим работы подвижного состава с учётом его местонахождения, владельца, статуса, планов использования и технического состояния, а также резервировать вагономеста с целью повышения коэффициента полезного использования подвижного состава.

Учитывая изложенное выше, разработка автоматизированной информационной системы локомотивного комплекса на основе создания цифровых моделей электроподвижного состава и инфраструктуры с использованием прорывных информационных технологий является актуальной научной проблемой.

Программный комплекс цифровой подсистемы предикативного интеллектуального управления взаимодействием электроподвижного состава и энергетической инфраструктуры железных дорог должен обеспечивать выработку управляющих воздействий для электроподвижного состава и энергетической инфраструктуры железных дорог для повышения пропускной способности, надежности перевозочного процесса, снижения расхода электроэнергии на тягу поездов.

Программный комплекс должен иметь тесную взаимосвязь с существующими причастными информационными и измерительными

системами ОАО «РЖД», основываться на данных бортовых систем электроподвижного состава в реальном времени.

Полученные управляющие воздействия будут использованы для передачи в бортовые системы электроподвижного состава и в автоматику системы тягового электроснабжения с информированием машиниста и энергодиспетчера. Реализация управляющих воздействий может осуществляться в полуавтоматическом и автоматическом режимах в зависимости от объекта управления.

Предикативное управление режимами работы электроподвижного состава и энергетической инфраструктуры железных дорог в изменяющихся условиях перевозочного процесса позволит обеспечить наилучшие условия для реализации силы тяги, рекуперативного торможения, заданных графиков движения поездов, в том числе при критических ограничениях со стороны системы электроснабжения, не допуская остановку движения поездов.

Для реализации данного функционала системы требуются системы, способные анализировать большие объёмы разнородных данных, порождаемых в процессе эксплуатации ЭПС, осуществлять поиск закономерностей и способов совершенствования перевозочного процесса, предлагая оптимальный сценарий его использования с учётом большого числа разнородных факторов и требований. В настоящее время наилучшими системами для решения изложенных выше задач являются системы искусственного интеллекта.

Данные системы очень чувствительны к качеству и объёму доступной им информации, а качество их работы очень сильно зависит от того, насколько полно предоставленная ей информация описывает анализируемый процесс. В связи с этим необходимым шагом является анализ порождаемой в процессе эксплуатации ЭПС информации с целью определения её пригодности для обеспечения работы вышеуказанных интеллектуальных систем с удовлетворительной точностью.

Согласно [4] основными требованиями к информации являются их полнота и согласованность: только внутренне непротиворечивая и достаточно полно покрывающая различные аспекты эксплуатации ЭПС информация может обеспечить эффективное применение интеллектуальных систем и обнаружение потенциала повышения энергоэффективности. При этом собираемая в настоящее время информация не удовлетворяет данным требованиям: регистраторы, установленные на ЭПС и СЭС не регистрируют все необходимые параметры и/или не обеспечивают требуемую точность, при этом свести воедино информацию из различных источников зачастую не представляется возможным.

Например, на электровозах 2ЭС6 с регистраторами параметров движения (РПД) МСУЛ РПМ невозможно точно определить положение локомотива на участке пути из-за того, что РПД не обеспечивает достаточную точность при регистрации пройденного пути, а географические координаты не регистрируются. Вследствие этого однозначно увязать данные с РПД и, например, данные о работе СТЭ из внешнего для РПД источника становится невозможно. Более подробно эта проблема рассмотрена в [5].

С учётом вышесказанного в результате анализа возможностей действующих информационных систем ОАО «РЖД» была составлена информационная модель эксплуатации ЭПС (рисунок 1), отражающая наиболее ценную в контексте рассматриваемой задачи информацию, её потоки и их взаимодействие.

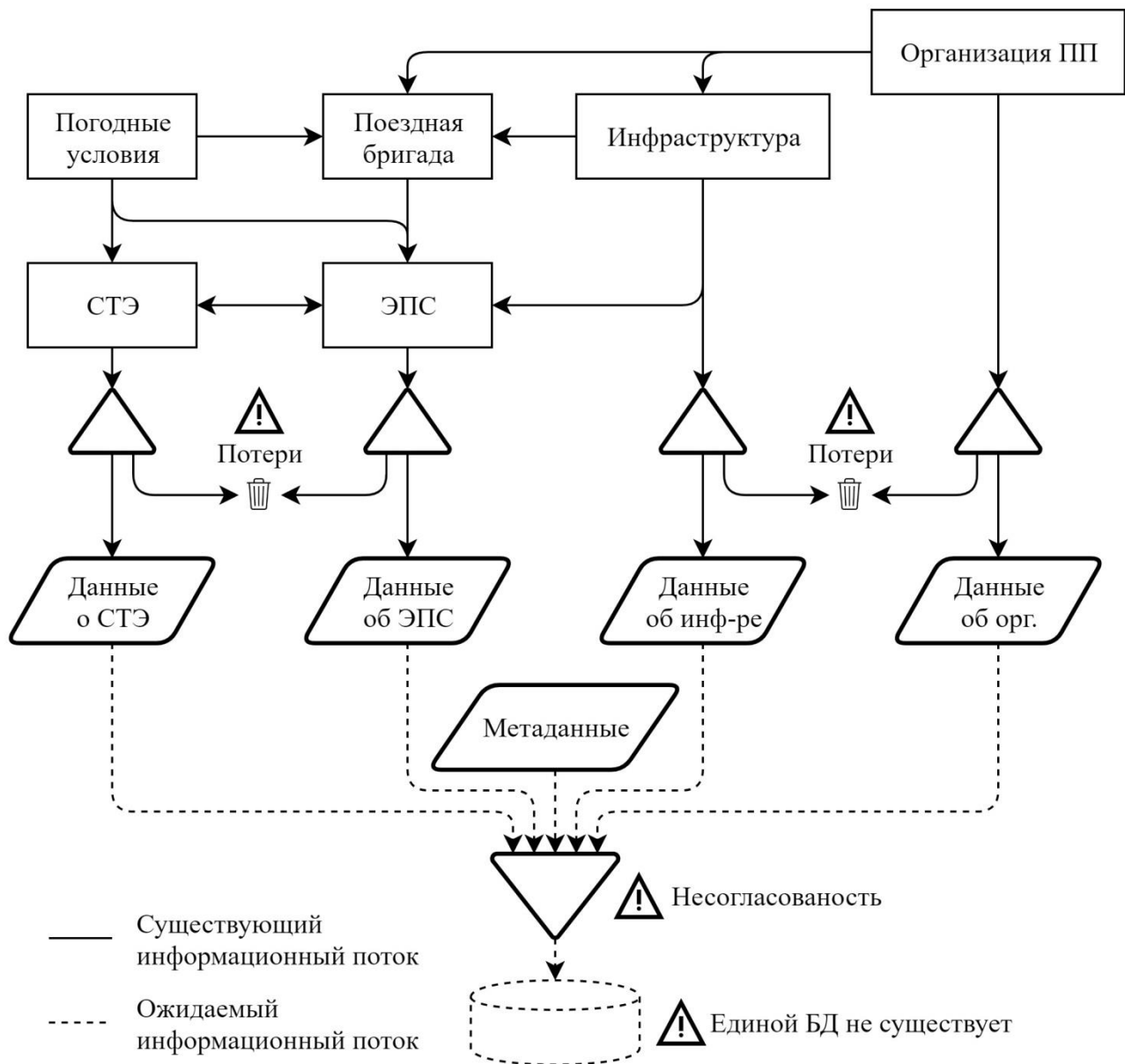


Рисунок 1 – Информационная модель эксплуатации ЭПС

В целях полноценного функционирования представленной модели нужно обеспечить следующее:

- стандартизацию регистрируемых параметров для всех подсистем;
- представление всей необходимой информации в цифровом виде;
- достаточное качество и точность регистрируемой информации (минимизировать возможность влияния человеческого фактора, ликвидировать ручной ввод как основной источник информации, верифицировать данные на различных этапах их жизненного цикла);
- наличие в данных, производимых каждой подсистемой, информации, позволяющей однозначно связать их с данными из других подсистем;
- стандартизацию методов увязки данных из различных подсистем.

Также необходимо отметить, что границы между необходимой, достаточной и избыточной информацией условны и зависят от предъявляемых к точности требований, а не проистекают из их природы. Более того, в случае отсутствия качественной математической модели анализируемого процесса, точно предсказать какие мероприятия существенно повысят точность интеллектуальных систем практически невозможно. Из-за этого интеллектуальные системы конфигурируются циклично до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность. По этим причинам крайне важно, чтобы итоговая информационная система обладала достаточной гибкостью, позволяя менять требования, как к точности, так и к перечню регистрируемых параметров.

В качестве перспективы дальнейшей проработки темы исследования предлагается разработать оптимальные формы представления данных и унифицированный способ их обработки с целью повышения эффективности эксплуатации ЭПС.

Список литературы

1. Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» № 466р. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018. / Правительство Российской Федерации. – М., 2019. – 135 с.
2. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года № 466р. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018. / Президент Российской Федерации. – М., 2018. – 19 с.

3. Концепция реализации комплексного научно технического проекта «Цифровая железная дорога» № 1285р. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 05.12.2017. / ОАО «РЖД». – М., 2017. – 92 с.

4. Истомин, С. Г. Мониторинг и снижение потерь электроэнергии электроподвижным составом и устройствами электроснабжения / С. Г. Истомин, А. Е. Перестенко // «Eltrans 10.0»: тезисы докладов Десятого международного симпозиума «Eltras 10.0», посвященного 210-летию со дня основания первого транспортного вуза России – Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, 9-11 октября 2019 г., Санкт-Петербург. Часть первая. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2019. – С. 91 – 92.

5. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности электроподвижного состава в границах зон учета электроэнергии железной дороги: Научная монография / В. Т. Черемисин, С. Г. Истомин, С. Ю. Ушаков. – Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2019. – 166 с.

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90140\19»

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Перестенко Артем Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: art-perestenko@yandex.ru

Истомин Станислав Геннадьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: istomin_sg@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Perestenko Artem Evgenievich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department "Rolling stock of electric railways" OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: art-perestenko@yandex.ru

Istomin Stanislav Gennadevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Rolling stock electric railways» OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-34-19.
E-mail: istomin_sg@mail.ru

И. И. Кадцын, А. П. Стариков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТЕПЛОТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОБЪЕКТАХ ОАО «РЖД» В
СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ**

Статья посвящена экономическому анализу работы теплотрансформаторов в Сибирском федеральном округе, сравнению существующих систем отопления и выбору наиболее эффективной системы отопления объектов структуры ОАО «РЖД».

Ключевые слова: Отопление, теплоснабжение, теплотрансформатор, геотермальное отопление.

Ivan I. Kadtcyn, Alexander P. Starikov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**ECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF HEAT TRANSFORMERS AT
RUSSIAN RAILWAYS FACILITIES IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT**

Work on the economic analysis of teletransportation in the Siberian Federal district, comparison to existing heating systems and choose the most efficient heating of objects structure of JSC "Russian Railways".

Keywords: Heating, heat supply, heat transformer, geothermal heating.

В настоящей работе рассматриваются и анализируются существующие вариации теплообеспечения автономных объектов ОАО "РЖД" в Сибирском Федеральном округе. Для этого рассматриваются различные способы теплообеспечения зданий и сооружений Западносибирской железной дороги, а так же выполняется мировой опыт использования геотермального отопления.

Цель работы:

- экономический и энергетический анализ существующих источников теплоснабжения;
- определение наиболее выгодного источника выработки тепловой энергии.

Сибирский федеральный округ является самым важным транспортным

узлом Российской Федерации, в котором сконцентрированы 17,5 % общей протяженности железных дорог России.

На территории Сибирского федерального округа осуществляют свою хозяйственную деятельность 23 филиала ОАО «РЖД», в том числе четыре железные дороги: Западно-Сибирская (она расположена в следующих субъектах Российской Федерации – Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области), Красноярская (Красноярский край и Республика Хакасия), Восточно-Сибирская (Иркутская область и Республика Бурятия), Забайкальская железная дорога расположена в границах Читинской и Амурской областей и Агинского-Бурятского АО.

Для обслуживания и эксплуатации инфраструктуры железной дороги проектируются (реконструируются) автономные здания и сооружения (посты дежурных по переезду, стрелочные посты, посты охраны, пункты обогрева стационарного или модульного типа и прочие здания и сооружения, входящие в структуру ОАО «РЖД»), которые подключены в основном к инженерным сетям энергообеспечения, вследствие большого расстояния от населенных пунктов. Указанные объекты имеют высокие эксплуатационные затраты на системы отопления и горячего водоснабжения.

Основные виды отопления автономных зданий и сооружений Западно-Сибирской железной дороги, в соответствии с реестром дистанции гражданских сооружений представлены на диаграмме (рис. 1).

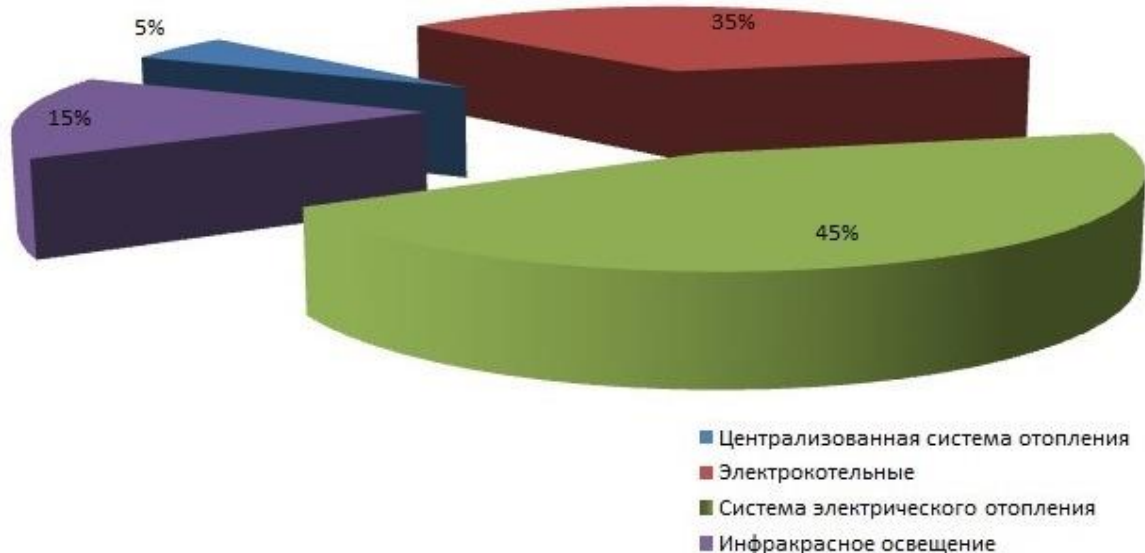


Рисунок 1 – Виды отопления автономных зданий и сооружений Западно-Сибирской железной дороги

По данным Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры, для одно- и двух этажных зданий и сооружений наиболее распространенным видом отопления являются: электродотельные и системы электрического отопления. Выше указанное является следствием следующих причин:

- большого расстояния от населённых пунктов;
- отсутствия возможности подключения к централизованной систем отопления;
- дороговизне доставки топлива.

Виды систем отопления зданий и сооружений на Западно-Сибирской железной дороги, средний годовой расход тепловой (электро) энергии, Гкал (кВт*ч), годовая стоимость отопления представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

№	Виды систем отопления зданий и сооружений на Западно-Сибирской ЖД		Краткая характеристика здания (сооружения)	Средний годовой расход тепловой энергии, Гкал	Средний годовой расход эл. эн., кВт*ч
1	Централизованная система отопления (ЦСО)	ЦСО от сторонних поставщиков	1 этаж, площадь 100м ²	36,4	-
		ЦСО от сторонних поставщиков	2 этажа, площадь 100м ²	40,2	-
		ЦСО от собственных источников ДТВ	1 этаж, площадь 100м ²	26,762	-
		ЦСО от собственных источников ДТВ	2 этажа, площадь 100м ²	38,293	-
2	Индивидуальная система теплоснабжения	Электродотельные собственные	1 этаж, площадь 100м ²	-	34 439
		Система электрического отопления	1 этаж, площадь 100м ²	-	40 502
		Инфракрасное излучение	1 этаж, площадь 100м ²	-	29 356

Примечание:

- средние значения показателей таблицы 1 приняты исходя из усредненных промежуточных показателей максимально приближенных к площади - 100 м² и интерполированные к единой характеристике здания (сооружения);
- индивидуальная система теплоснабжения представлена только для одноэтажных здании в связи с применением настоящей схемы отопления только для зданий площадь которых не превышает 170 м² (существующие здания и сооружения).

Удельная теплотá сгорания топлива – физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг. Удельная теплота сгорания измеряется в Дж/кг или калория/кг (1 Дж = 0,2388459 кал). Для экспериментального измерения этой величины используются методы калориметрии.

Таблица 2

№	Виды отопления зданий и сооружений на Западно-Сибирской ЖД	Краткая характеристика здания (сооружения)	Средний годовой расход тепловой энергии, Гкал	Средний годовой расход эл. эн., кВт*ч, рублей	Стоимость 1 единицы, Гкал (кВт*ч), рублей	Годовая стоимость отопления, тыс. рублей в ценах 2018 г.
1	Централизованная система отопления от сторонних поставщиков	1 этаж, площадь 100м ²	36,4	-	1 677,28	61 052,99
2	Индивидуальная система теплоснабжения. Электродкотельные собственные	1 этаж, площадь 100м ²	-	34 439	3,86	132 934,54
3	Индивидуальная система теплоснабжения. Система электрического отопления	1 этаж, площадь 100м ²	-	40 502	3,86	156 337,72
4	Индивидуальная система теплоснабжения. Инфракрасное излучение	1 этаж, площадь 100м ²	-	29 356	3,86	113 314,16

Примечание:

– стоимость 1 кВт*ч принята для Омской области на 2018 год;

Удельная теплота сгорания топлива определяется по формуле 1.

$$q = \frac{Q}{m}, \quad (1)$$

где q – удельная теплота;

Q – количество теплоты, выделяющееся при сгорании этого топлива;

m – масса топлива.

Чем больше удельная теплота сгорания топлива, тем меньше удельный расход топлива при той же величине коэффициента полезного действия (КПД) котельной.

Теплотворная способность топлива характеризует количество теплоты, выделяемое при полном сгорании топлива массой 1 кг или объёмом 1 м³ (1 л). Теплотворная способность измеряется в Дж/кг (Дж/м³; Дж/л). Чем выше удельная теплота сгорания топлива, тем меньше его расход вследствие чего, теплотворная способность является одной из наиболее значимых характеристик топлива.

Для сравнения экономичности работы на различных видах топлива

введено понятие условного топлива ($Q_{у.т.}$), имеющего теплоту сгорания – 7000 ккал/кг (29,33 МДж/кг). Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания твердого топлива определяется в соответствии с ГОСТ 147-2013 [6].

Сравнение стоимости использования основных видов энергоресурсов для обогрева представлено в таблице 3.

Таблица 3

№	Вид энергоресурса, (единица измерения)	Тепловой эквивалент (коэффициент перевода т у.т. условного топлива)	Средняя стоимость энергоресурса (кВт*ч, тонна, м ³ , Гкал), рублей
1	Электричество (тыс. кВт*ч)	0,33	3,86
2	Уголь Кузнецкий (тонн)	0,867	2 800,00
3	Дрова для отопления (тонн)	0,266	800,00
4	Мазут топочный (тонн)	1,37	17 950,00
5	Топливо печное (тонн)	1,45	15 000,00
6	Газ природный (тыс. м ³)	1,14	4 930,00
7	Тепловая энергия (Гкал)	0,43	1 677,28

Примечание:

- стоимость принята для Омской области на 2018 года, в следствии необходимости единого экономического анализа;
- средние тепловые эквиваленты для перевода ТЭР в условное топливо принято по распоряжению ОАО «РЖД № 688р от 02.04.2009 г. [5]».

Внедрение существующей низкопотенциальной тепловой энергии грунта, воздуха, воды, хозяйственно-бытовых стоков, шахтных вод, промышленных сбросов и многого другого, является одним из наиболее актуальных малоиспользуемых источников тепловой энергии, преобразование которой, позволяет без изменения (реконструкции) существующей инженерной инфраструктуры, отапливать новые промышленные, административные, жилых объекты, не используя дополнительные топливно-энергетические ресурсы.

В настоящее время доля электроэнергии, получаемой в мире с помощью геотермальных ресурсов, оставляет всего 0,5%. Тепловые мощности геотермальной энергетики составляют порядка 50% всей мировой энергетики. На долю геотермальной энергетики приходится 8,5 ГВт электроэнергии и 59 млн. кВт*ч тепловой энергии [7].

Фактически, в толще земной коры на глубине 0,5–5 км сконцентрирована энергия тепла земли, которая может существенно обеспечить потребности в производстве теплоэнергетики на многие десятилетия вперед. Открытые на сегодняшний день геотермальные ресурсы составляют лишь малую часть от этих потенциальных ресурсов, однако каждый год они увеличиваются на 2–3%, а за 10-летие растут на 12–20%. Средний рост геотермальной энергетики с 2000 по 2015 г. составил 15%.

Мировые лидеры в геотермальной электроэнергетике:

- 1) Соединенные Штаты Америки;
- 2) Филиппины;
- 3) Индонезия;
- 4) Италия;
- 5) Япония;
- 6) Новая Зеландия.

Российская Федерация являющаяся одним из мировых лидеров геотермальной энергетики до 1992 года, в силу распада СССР производство большинства освоенных технологических процессов производства теплотрансформаторов (тепловых насосов) оказалось невостребованным, а в дальнейшем привело к физическому и моральному устареванию, отставанию рассматриваемого направления [3].

Наибольшее развитие технологии низкопотенциальной энергетики получили в США, Швеции, Канаде, Германии, Швейцарии и Австрии [5], благодаря существенной государственной поддержке.

Энергоресурсы геотермальной энергетики в нашей стране сопоставимы по объемам со всеми вместе взятыми запасами углеводородов. Особенно перспективной эта отрасль является для юга России и Дальнего Востока.

Преимущества геотермальной энергии:

- возможность использования в разных климатических условиях и в разные времена года;
- цена электроэнергии ниже, чем электричества, получаемого с использованием других возобновляемых источников энергии;
- низкая трудоемкость эксплуатации оборудования;
- является возобновляемым источником;
- возможность начала запуска системы отопления на усмотрение собственника здания;
- отсутствие затрат при запуске системы отопления (в сравнении с централизованным).

Указанные преимущества приводят к тому, что геотермальная энергетика, несмотря на свою молодость (история около 100-лет) развивается сейчас во всем мире.

Недостатки геотермальной энергии:

- низкий температурный потенциал теплоносителя;
- высокая стоимость буровых работ;
- высокая стоимость оборудования (теплотрансформатор);
- нетранспортабельность;
- ограниченность промышленного опыта.

Также развитие геотермальной энергетики останавливает цена установок, а также более низкий выход энергии в сравнении с газовыми и нефтяными скважинами. С другой стороны их можно использовать гораздо дольше, чем месторождения традиционных источников. Преимуществом геотермальных установок является также то, что они практически не нуждаются в техническом обслуживании.

Омская область по использованию низкопотенциального тепла, входит в благоприятные (выгодные) территорий Сибирского федерального округа основным преимуществом, которой являются существующие термальные источники (скважины), температура воды которых составляет +26-+42°C.

Применение современных материалов и технологий позволяет существенно снизить содержание (эксплуатацию), повысить энергетическую эффективность, параметры микроклимата [8, 9, 10] объектов капитального строительства [1, 2]. Внедрение существующей низкопотенциальной тепловой энергии грунта, воздуха, воды, хозяйственно-бытовых стоков, шахтных вод, промышленных сбросов и многого другого является одним из наиболее актуальных малоиспользуемых источников тепловой энергии, преобразование которой позволяет без изменения (реконструкции) существующей инженерной инфраструктуры отапливать новые промышленные, административные, жилые объекты, не используя дополнительные топливно-энергетические ресурсы.

В 2016 году Обществом с Ограниченной Ответственностью «Сибирская проектная компания» была разработана проектно-сметная документация на здание по адресу: ул. Входной микрорайон, 10Б с устройством геотермального отопления. Выбор вида отопления Заказчиком принят исходя из короткого срока и стоимости строительства. После ввода в эксплуатацию объекта капитального строительства, приняты проектные решения (отопления) подтвердились существенно низкой стоимостью отопления. Годовая стоимость отопительного сезона 2016-2018 г. представлена в таблице 4.

Методом нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений средняя годовая стоимость эксплуатации рассматриваемого здания на 100 м² составит – 9 547,27 рублей (в ценах на 2018 год).

Таблица 4

№	Вид отопления зданий	Краткая характеристика здания	Средний расход эл. эн. за отопит. сезон, 2016-17/2017-18 кВт*ч	Стоимость 1 единицы, кВт*ч, рублей	Годовая стоимость отопительно го сезона 2016-2017 г., рублей	Годовая стоимость отопительно го сезона 2017-2018 г., рублей	Средняя годовая стоимость отопительно го сезона с 2016-2018г, рублей
1	Геотермальное отопление (U-образные грунтовые зонды)	1 этаж, общая площадь 248,0 м ²	6232/6036	3,86	24 055,52	23 298,96	23 677,24

Примечание:

– стоимость 1 кВт*ч принята 3,86 рублей (по данным на 2018г.) в целях определения средней стоимости за два отопительных сезона для возможности сравнения стоимости с другими видами отопления.

Экономический анализ стоимости эксплуатации зданий площадью 100м² представлен на рис. 2.

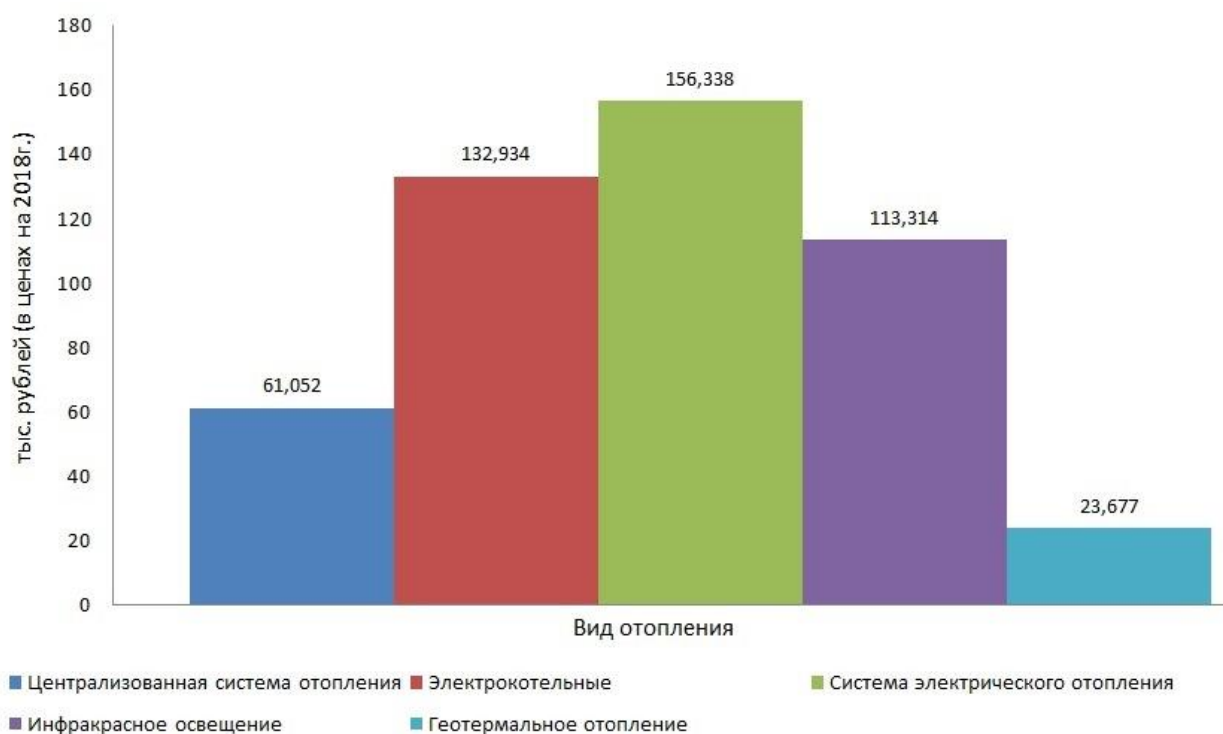


Рисунок 2 – Стоимость эксплуатации системы отопления здания площадью 100 м²

На основании выполненного анализа можно сделать выводы: наименее выгодной по эксплуатационным затратам является система электрического отопления; экономически выгодным источником выработки тепловой энергии из рассмотренных видов является использование теплотрансформаторов на основе геотермальных тепловых насосов.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. От 27.12.2018) «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Текст] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978.
2. ГОСТ Р 54865–2011. «Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с тепловыми насосами» [Текст] / ГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» – М. – 2012, 8 с.
3. Гашо, Е. Г. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре [Текст]. / Е. Г. Гашо, С. А. Козлов, В. С. Пузаков. – Издательство «Перо», 2016 г. – С. 59.
4. Распоряжению ОАО «РЖД №688р от 02.04.2009г. [Текст]. – М.: ОАО «РЖД», 2009. – 5 – 6 с.
5. Поваров, О.А. Развитие геотермальной энергетики в России и за рубежом [Текст] / О. А. Поваров. – М.: Теплоэнергетика – 2006. – №3. – С. 8.
6. ГОСТ 147-2013 «Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания» [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2014. – С. 21 – 24.
7. Обзор Российского рынка геотермальной энергетики (вер.3) [Текст]. – М.: Группа ООО «Текарт» 2017 г. – С. 42.
8. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст] / ОАО «СантехНИИпроект», ОАО «ЦНИИПромзданий», ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ». – М., 2013 – С. 6 – 7.
9. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Текст] / Р. Ф. Афанасьева, Г. Н. Репин / ГУП ЦПП. – М., 2001 – С. 9.
10. СП 131.13330.2012. Строительная климатология [Текст] / ООО «Аналитик». – М., 2015. – С. 2–79.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кадцын Иван Ильич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Теплоэнергетика»
ОмГУПС.
Тел.: +79139632013.
E-mail: kii55@bk.ru

Стариков Александр Петрович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Теплоэнергетика»
ОмГУПС.
Телефон: +7 (3812) 31-06-23.
E-mail: StarikovAP@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kadtcyn Ivan Ilyich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx St., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D. student of the department «Heat power
engineering» OSTU.
Phone: +79139632013.
E-mail: kii55@bk.ru

Starikov Alexander Petrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx St., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D. in Engineering, Associate Professor, head
of the department « Heat power engineering»
OSTU.
Phone: +7 (3812) 31-06-23.
E-mail: StarikovAP@omgups.ru

УДК 629.4.083

Е. М. Кирпиченко, С. И. Подоляк, И. А. Гаджиев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ХОДУ ПОЕЗДА

Обеспечение безопасности движения является обязательным условием эффективного функционирования железнодорожного транспорта. С целью получения представления об объемах внеплановых ремонтов грузовых вагонов в статье проведен анализ статистики отцепок вагонов приписки России в текущий отцепочный ремонт за период с 2008 по 2018 г. Обоснована актуальность проблемы мониторинга технического состояния грузовых вагонов бортовыми системами. Предложено автономное бортовое устройство, позволяющее диагностировать поверхность катания колёс грузового вагона на ходу поезда.

Ключевые слова: безопасность движения, грузовой вагон, поверхность катания, отрицательная динамика, диагностические системы.

THE DEVELOPMENT AND USE OF A FREIGHT CAR ON-BOARD DIAGNOSING SYSTEMS DURING THE COURSE OF TRAIN

Ensuring traffic safety is a prerequisite for the effective functioning of rail transport. In order to obtain information about the volume of freight cars unscheduled repairs, in the article analyzes the statistics of cars uncoupling of the Russian registry in the current uncoupling repair for the period from 2008 to 2018. The urgency of the monitoring problem the technical condition of freight cars by on-board systems is substantiated. The autonomous on-board device allowing to diagnose a surface of driving of the freight car wheels on the course of the train is offered.

Keywords: traffic safety, freight car, rolling surface, negative dynamics, diagnostic systems.

В настоящее время в Российской Федерации парк грузовых вагонов представлен в основном вагонами типовой конструкции, большая часть из них базируется на тележке модели 18-100 (по разным оценкам, от 85 до 90% всех грузовых вагонов в России [1]). До 2004 г. это была единственная серийно выпускаемая тележка, эксплуатируемая в составе четырех и восьмиосных грузовых вагонов [2]. Проектная нагрузка на ось в 1976 г. была увеличена с 21 т до 22 т, в 1977 г. – до 23 т, а позднее и до 23,5 т [2]. Таким образом, повышение эксплуатационных нагрузок на тележку без изменения ее конструкции приводят к сокращению межремонтного пробега вагона и увеличению вероятности внезапных отказов.

С целью обеспечения исправного технического состояния грузовые вагоны проходят текущий отцепочный ремонт (ТОР) на специально оборудованных путях, где устраняются выявленные неисправности. На рис. 1 приведена статистика по отцепкам грузовых вагонов в ТОР за последние 11 лет [3, 4].

Исходя из приведенных данных, можно отметить рост количества отцепок вагонов на 102,7% за период с 2008 по 2015 г. с последующим сохранением этого уровня до настоящего времени. В соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года планируется организовать производство грузового подвижного состава нового поколения с нагрузкой на ось 25–30 т и скоростью движения до 140 км/ч, а также поставлена задача увеличения объема грузовых перевозок к 2030 г. на 500–800 млн т брутто [5]. В перспективе при эксплуатации поездов

повышенной массы и длины можно прогнозировать значительное увеличение кинетической энергии движущегося состава, а значит, и повышение вероятности отказов узлов грузовых вагонов [6].

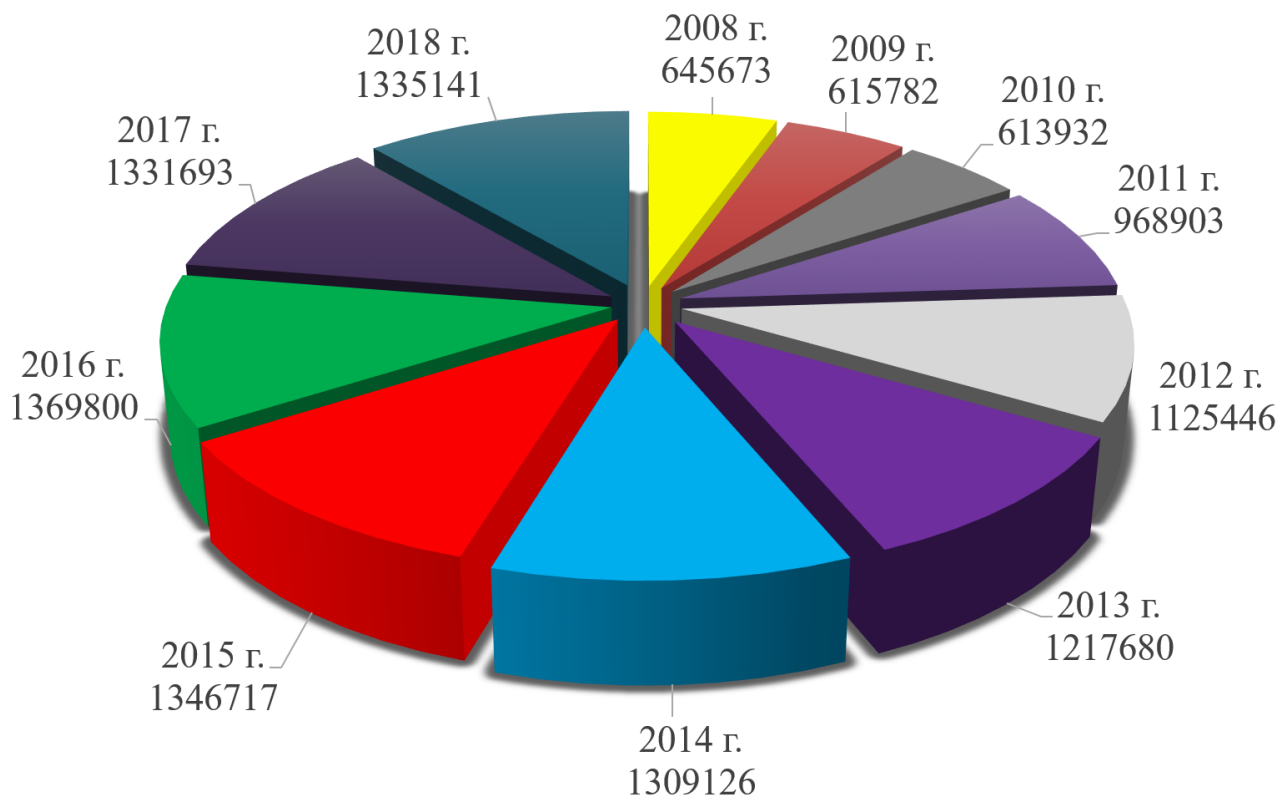


Рисунок 1 – Динамика поступления грузовых вагонов приписки России в текущий отцепочный ремонт за период с 2008 по 2018 г.

В связи с этим, существующий точечный контроль напольными и постовыми средствами диагностирования становится недостаточным, так как эксплуатируемые на российской сети железных дорог системы и комплексы не способны непрерывно сообщать актуальную информацию о техническом состоянии грузовых вагонов на протяжении всего маршрута следования поезда.

Дополнительно к этому при высоком числе имеющихся и прогнозируемых неисправностей, а также при эксплуатации поездов повышенной массы и длины еще больше будет сказываться негативное влияние человеческого фактора при осмотре вагонов на пунктах технического обслуживания.

Средства мониторинга, размещаемые непосредственно на грузовом вагоне, только недавно начали появляться на зарубежном рынке и имеют сравнительно малый функционал. Например, австрийская система WaggonTracker способна осуществлять измерение температуры буксового узла, контроль перегруза, геопозиционирование и т. д. [7]. В России подобные

средства находятся на этапе испытаний и сертификации.

Поэтому разработка бортовой системы мониторинга, как неотъемлемой части грузового вагона, становится одним из наиболее актуальных путей повышения безопасности движения поездов. Развитие грузового подвижного состава согласуется с концепцией проекта «Цифровая железная дорога», а также с одним из приоритетных направлений развития отрасли транспортного машиностроения в соответствии со «Стратегией развития транспортного машиностроения Российской Федерации на период до 2030 года», суть которого заключается во внедрении интеллектуальных систем при эксплуатации грузового подвижного состава («умный вагон»).

Описание общей концепции бортовой информационной системы мониторинга технического состояния узлов грузового вагона изложено в [6], конструкция и принцип работы автономного устройства электропитания системы в работах [8, 9].

Для разработки и изготовления пилотной версии предложенной системы (ввиду нецелесообразности одновременного охвата всех узлов грузового вагона без анализа учета их вклада в его безотказную работу) возникла необходимость выбора именно такого узла, который бы соответствовал следующим критериям:

- нарушение работоспособности выбранного узла представляет наибольшую угрозу для обеспечения безопасности движения;
- при оснащении выбранного узла системой мониторинга обеспечивается минимальная степень вмешательства в конструкцию существующих и эксплуатируемых грузовых вагонов;
- при серийном изготовлении системы мониторинга выбранного узла обеспечивается ее сравнительно низкая стоимость;
- контроль выбранного узла должен быть экономически выгоднее, чем устранение последствий его неисправного состояния.

В результате анализа статистики по отцепкам грузовых вагонов сделан вывод о том, что одним из первых должен быть обеспечен непрерывный контроль технического состояния поверхности катания колесной пары [3]. В качестве основного контролируемого параметра выбрана интенсивность колебаний кузова вагона, так как неисправное состояние поверхности катания колеса является причиной повышенного динамического взаимодействия колесной пары грузового вагона и рельсовой колеи, что приводит к увеличению амплитуд колебаний кузова, т.е. к так называемой отрицательной динамике вагона.

Благодаря тому, что предложенный авторами статьи в работе [8] генератор электроэнергии для бортовой системы диагностирования грузового

вагона в качестве источника механической энергии использует колебания кузова, становится возможным использование этого устройства, с одной стороны, как источника электропитания бортовой системы диагностирования, так и в роли датчика, т. к. выходная мощность генератора напрямую зависит от интенсивности колебаний. На рис. 2 представлен общий вид устройства, которое состоит из зарядного устройства с батареей 1, пружины 2, штока с зубчатой рейкой 3, редуктора 4, храпового механизма 5 и генераторной части 6.

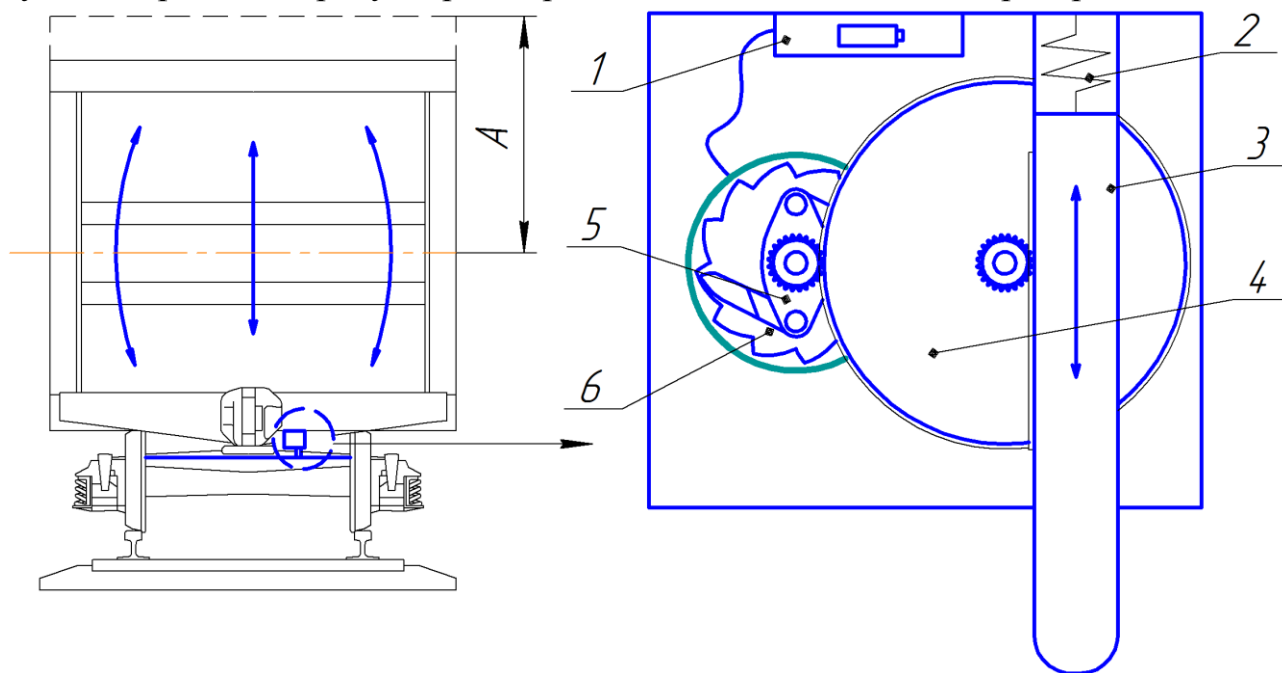


Рисунок 2 – Схема автономного бортового устройства для выявления неисправного состояния поверхности катания колёс грузового вагона на ходу поезда, где A – условное обозначение повышенной амплитуды колебаний кузова

Ползуны – крайне опасный дефект, вызывающий сильные удары колес о рельсы, которые происходят при каждом обороте колеса. Так, например, колесо с ползуном глубиной 3 мм при движении груженого грузового вагона со скоростью 70 км/ч вызывает удар по рельсам, равнозначный удару от падения груза массой 100 кг с высоты 1 м.

В результате происходит изменение микроструктуры колеса, возникает «наклеп», который сопровождается потерей его прочностных свойств, и как следствие приводит к возникновению трещин в колесной паре. О появлении ползуна можно судить по характерному ритмичному стуку колес о рельсы.

На рис. 3 показаны нормативные значения сигнала (2, 3) от поверхности катания колеса по рельсам зеленым цветом. Тревожные сигналы (1, 4) выделены красной линией.

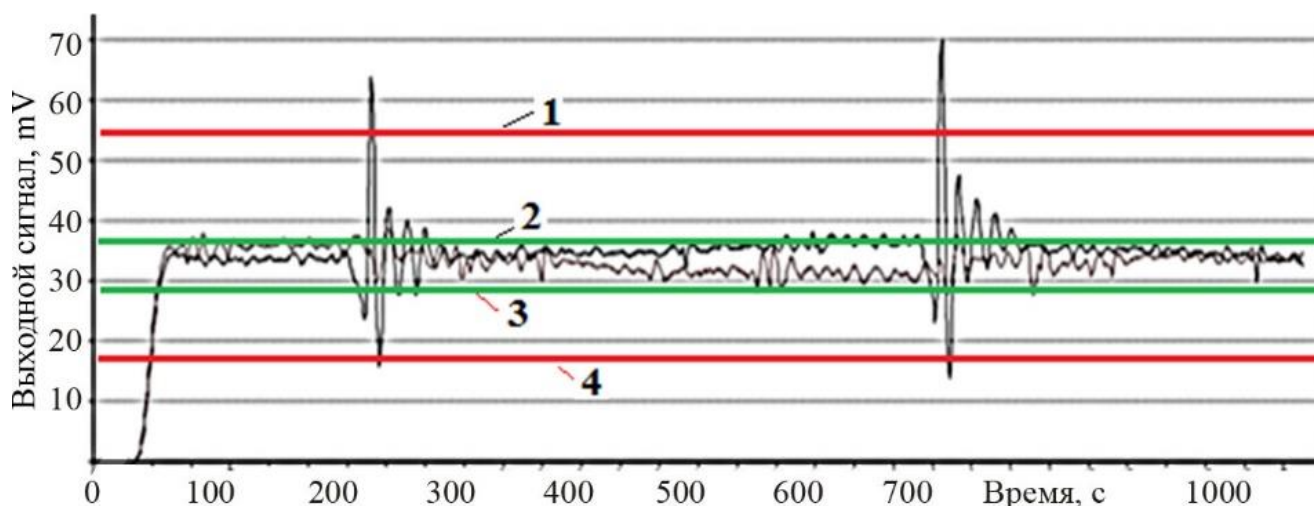


Рисунок 3 – Величины текущих сигналов от поверхности катания колеса по рельсам

По полученным сигналам оператор может принять решение о возможности дальнейшей эксплуатации колесной пары.

Таким образом, предлагаемое устройство является перспективным техническим решением, так как одновременно представляет собой и источник электропитания, и средство контроля. Вырабатываемая им энергия может быть использована для выявления неисправного состояния не только поверхности катания колес, но и других узлов вагона. В дальнейшем это устройство может стать основой бортовой системы мониторинга технического состояния грузового вагона, имеющей блочно-модульный принцип, что позволит расширять спектр выявляемых ею неисправностей.

Установка предложенного устройства на грузовые вагоны обеспечивает возможность непрерывно контролировать техническое состояние поверхности катания колес, что позволит своевременно принимать меры по исключению вагона из эксплуатации и, как следствие, положительно повлияет на безопасность движения поездов.

Список литературы

1. Революционные инновации на службе у потребителя [Электронный ресурс] / ТВСЗ. Тихвинский вагоностроительный завод. Инновационные грузовые вагоны. – Режим доступа: http://www.tvsz.ru/press_center/company_in_the_media/74.html. (Дата обращения: 07.11.2019 г.).
2. Совершенствовать ходовую часть грузовых вагонов [Электронный ресурс] / Инженерный Центр Вагоностроения. – Режим доступа: http://www.engcenter.ru/press/list_vagon/vvh-7-rus.pdf. (Дата обращения: 07.11.2019 г.).

3. Справочные материалы по причинам поступления грузовых вагонов в текущий отцепочный ремонт [Электронный ресурс] / ПКБ ЦВ ОАО «РЖД». – Режим доступа: <http://pkbcv.ru/docs/%D0%A2%D0%9E%D0%A0%202018-09.pdf>. (Дата обращения: 07.11.2019 г.).

4. С 2010 г. объем выпуска грузовых вагонов из текущего отцепочного ремонта вырос более чем в два раза [Электронный ресурс] / РЖД-Партнер. — Режим доступа: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/s-2010-g--obem-vypuska-gruzovykh-vagonov-iz-tekushchego-ottsepochnogo-remonta-vyros-bolee-chem-v-dv/>. (Дата обращения: 07.11.2019 г.).

5. Краткое описание Стратегии развития холдинга «РЖД» до 2030 года [Электронный ресурс] / Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2015 г. – Режим доступа: <http://ar2015.rzd.ru/ru/strategy/development-strategy-2030>. (Дата обращения: 07.11.2019 г.).

6. Матяш, Ю. И. Разработка беспроводной бортовой информационной системы мониторинга технического состояния узлов грузового вагона на ходу поезда / Ю. И. Матяш, И. А. Гаджиев // Информационные и управляющие системы на транспорте и в промышленности: Материалы II всероссийской научно-технической конференции. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – С. 99 – 107.

7. WaggonTracker PJM [Электронный ресурс] / PJM – Railway Systems Solutions. – Режим доступа: <https://pjm.co.at/en/waggontracker/> (Дата обращения: 30.07.2019 г.).

8. Матяш, Ю. И. Совершенствование устройства электропитания для бортовой системы диагностирования технического состояния грузового вагона на ходу поезда / Ю. И. Матяш, И. А. Гаджиев // Известия Транссиба – 2018. – №1(33). – С. 48 – 55.

9. Матяш, Ю. И. Разработка автономного источника электропитания бортовой системы диагностирования технического состояния грузовых вагонов / Ю. И. Матяш, И. А. Гаджиев // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2017. – С. 43 – 47.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кирпиченко Евгений Михайлович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kirpichenko Evgeniy Mikhailovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.

Российская Федерация.
Преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС.
Тел: +7-950-334-53-67.
E-mail: KirpichenkoEM@omgups.ru,
eugene_1976@bk.ru

Teacher of the department «Railway cars and car enterprise» OSTU.
Phone: +7-950-334-53-67.
E-mail KirpichenkoEM@omgups.ru,
eugene_1976@bk.ru

Подоляк Сергей Иванович
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры «Вагоны» ОмГУПС.
E-mail: podoljaksi@mail.ru

Podolyak Sergey Ivanovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor, Associate Professor chair «Cars
and carriage economy» OSTU.
Phone : +7 (913) 602-01-52.
E-mail: podoljaksi@mail.ru

Гаджиев Ибрагим Азимович
Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Вагоны» ОмГУПС.
Тел.: +7 (923) 766-56-00.
E-mail: ibragimgadzhev@gmail.com

Gadzhiev Ibragim Azimovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department «Cars and
carriage economy» OSTU.
Phone: +7 (923) 766-56-00.
E-mail: ibragimgadzhev@gmail.com

УДК 004.942:620.193

А. А. Кузнецов, Н. В. Волкова, Я. В. Шарапова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

В статье рассмотрены возможности моделирования процесса коррозии железобетонных образцов в программе COMSOL Multiphysics. Приведены данные моделирования и их подтверждение натурным экспериментом. При помощи программы моделирования возможно получение результатов различных режимов, требующих значительных временных и материальных затрат при проведении соответствующих натурных экспериментов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, агрессивные среды, коррозия, железобетонные конструкции, натурный эксперимент, адекватность.

Andrey A. Kuznetsov, Nataliia V. Volkova, Yana V. Sharapova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

The article discusses the possibilities of modeling the corrosion process of reinforced concrete samples in the COMSOL Multiphysics program. The simulation data and their confirmation by a full-scale experiment are presented. Using a simulation program, it is possible to obtain the results of various modes that require significant time and material costs when conducting appropriate field experiments.

Keywords: computer simulation, aggressive environments, corrosion, reinforced concrete structures, field experiment, adequacy.

Контактная сеть (КС) является важной частью комплекса устройств электрифицированной железной дороги. Одним из основных элементов КС является опора. Она служит для поддержания и фиксации устройств контактной сети. Падение опор приводит к обрыву проводов контактной сети, что, в свою очередь, приводит к нарушению движения поездов. Поэтому диагностированию состояния опор КС необходимо уделять должное внимание.

Наиболее распространенным материалом для опор является железобетон. Он относительно дешевый благодаря доступному сырью и прочностным характеристикам [1].

Основной причиной снижения прочностных характеристик железобетонных опор КС является коррозия стальной арматуры, находящейся в бетоне. Внешние агрессивные среды, такие как хлориды и сульфаты, проникая в пористую структуру бетона приводят к коррозии арматуры, что может вызывать разрушение всей конструкции [2, 3].

Коррозия представляет собой электрохимический процесс, происходящий за счет взаимодействия воды и кислорода. Основные окислительно-восстановительные реакции могут быть писаны уравнениями (1) и (2), представляющие анодное окисление железа и катодное восстановление меди, соответственно. Общая реакция представлена в уравнении (3), где $\text{Fe}(\text{OH})_2$ является одним из нескольких возможных продуктов коррозии, в зависимости от окружающей среды.



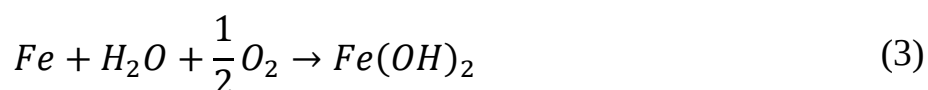
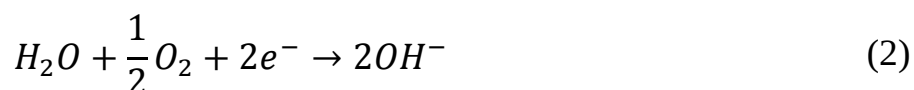


Схема протекания процесса коррозии в железобетоне представлена на рисунке 1. После разрушения пассивного поля формируется точка, и растворение железа протекает в соответствии с уравнением (2). Электроны переносятся от анода к катоду (электронный ток), где происходит восстановление кислорода, согласно уравнению (3).

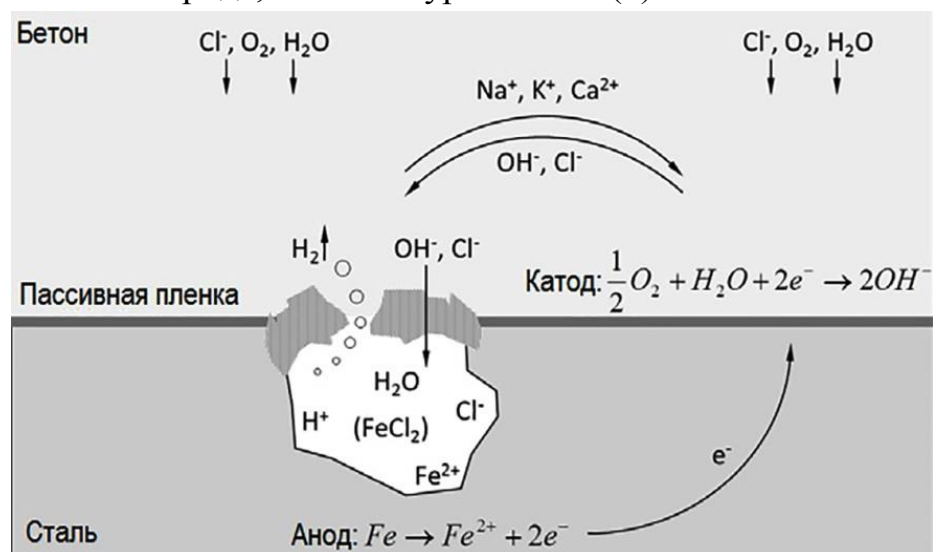


Рисунок 1 – Схематичное изображение процесса коррозии

Электрохимическая коррозия арматуры может усиливаться токами утечки или блуждающими токами от электрифицированного рельсового транспорта.

Для проведения экспериментов были подготовлены образцы, представляющие собой бетонные блоки размером 200×60×60 мм с металлической арматурой в центре диаметром 10 мм. Изготовленные образцы были подвержены электрокоррозии путем помещения в водный раствор электролита и подключением к внешнему источнику напряжения.

Место стекания электрического тока с арматуры является анодом. На нем происходит окисление железа. Электролиз будет проходить в слое бетона, выполняющего роль электролита, насыщенного различными ионами. Подобный механизм электрокоррозии происходит в грунте под действием блуждающих токов.

Каждый образец был помещен в раствор хлорида натрия (рисунок 2). Арматура выступала в качестве анода, медная пластина – в качестве катода. Образцы были подключены к внешнему источнику напряжения.

Образцы были помещены в одно, двух и трех процентные растворы хлорида натрия, также исследовалась различная пористая структура бетона. К образцам было приложено одинаковое напряжение (5 В), ток был различный (от 0,03 до 0,7 А), что объясняется разное концентрацией растворов электролита и пористостью бетона. Электролиз проводился на протяжении 30 часов – это достаточное время для начала выхода продуктов коррозии на поверхность бетона.

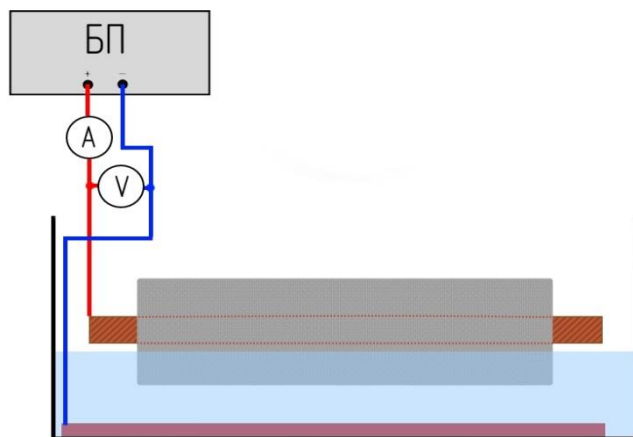


Рисунок 2 – Схема установки для исследования процесса электрокоррозии бетонного образца в агрессивных средах

С помощью рентгенографии были получены изображения на пленке, подтверждающие уменьшение сечения арматуры под действием коррозии (рисунок 3).

Для определения распределения концентрации внутри поперечного сечения бетона можно воспользоваться компьютерным моделированием с помощью программы COMSOL Multiphysics. Это универсальная среда численного моделирования систем, устройств и процессов во всех областях проектирования, производства и научных исследований [4].

Для исследования процессов коррозии используется модуль Corrosion (Коррозия), который включает в себя возможности, интерфейсы и примеры моделей, обеспечивающие простой подход к моделированию всех процессов электрохимической коррозии, таких как контактная, точечная и щелевая коррозия.

На рисунке 4 и 5 приведены примеры распределения концентрации положительных ионов железа и отрицательных ионов кислорода (моль/м³) в бетонном образце, аналогичном использованному нами в эксперименте. На рисунке 4 представлена графическое представление объекта моделирования – половина поперечного сечения бетонного образца 60×60 мм с металлической

арматурой в центре диаметром 10 мм. К арматуре приложен положительный потенциал +1В, отрицательный потенциал –1В приложен к катоду – медной пластине, расположенной вдоль левой стороны образца. Процесс коррозии может быть представлен электрическим током, обусловленным движением положительно и отрицательно заряженных ионов под действием электрического поля между катодом и анодом. Распределение концентрации ионов Fe^{2+} в образце показано цветовым полем, по шкале приведенной справа на рисунке 4.

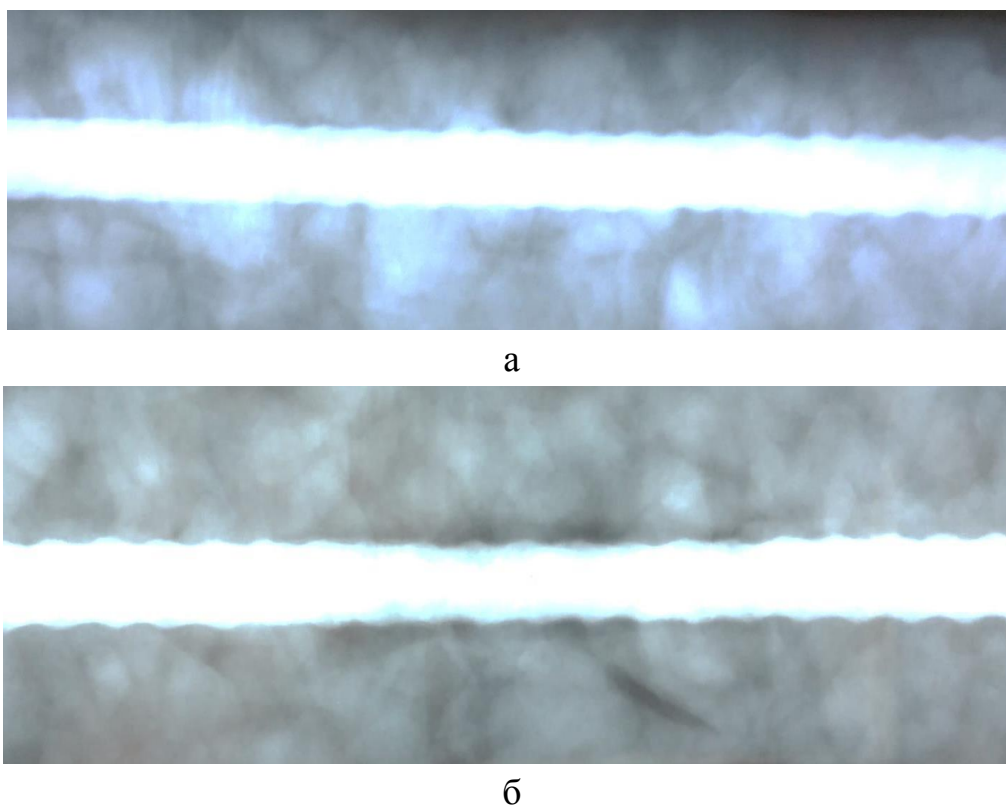


Рисунок 3 – Рентгеновские снимки образца:
а – до воздействия коррозии; б – после воздействия коррозии

Данная программа позволит решить задачу определения зависимости уменьшения поперечного сечения стальной арматуры от измеренной концентрации продуктов коррозии на поверхности бетона, что влияет на надежность опоры контактной сети. Дальнейшее определение концентрации железа на поверхности бетонных образцов позволит сделать количественную оценку изменения сечения арматурного стержня в непосредственной близости от места измерения. В качестве метода определения концентрации элементов на поверхности железобетонных изделий используется метод лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии (LIBS) [5].

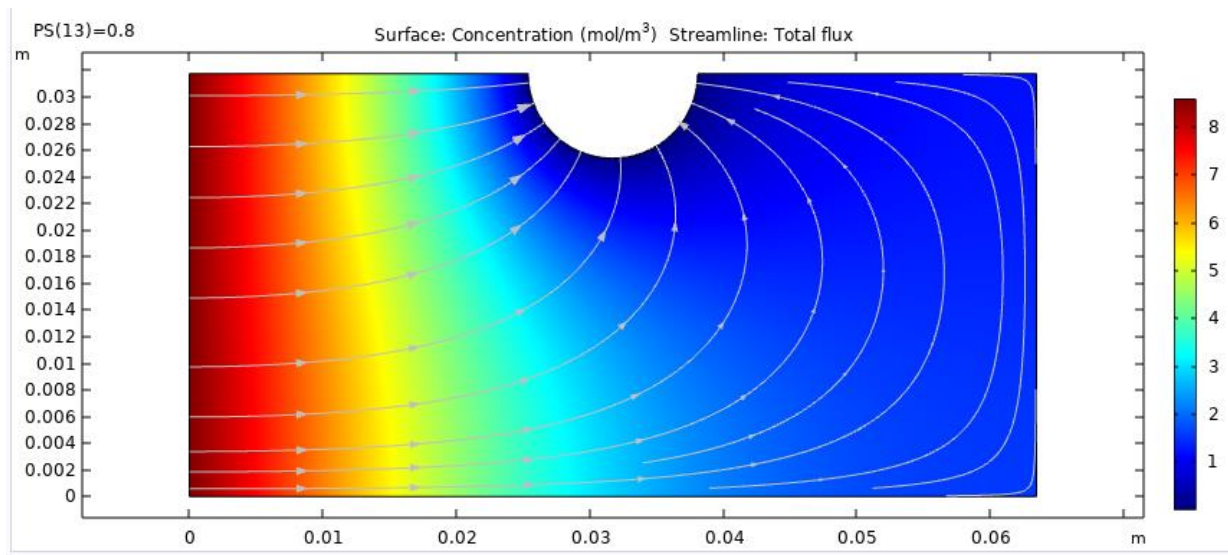


Рисунок 4 – Распределение концентрации ионов Fe^{2+} в образце

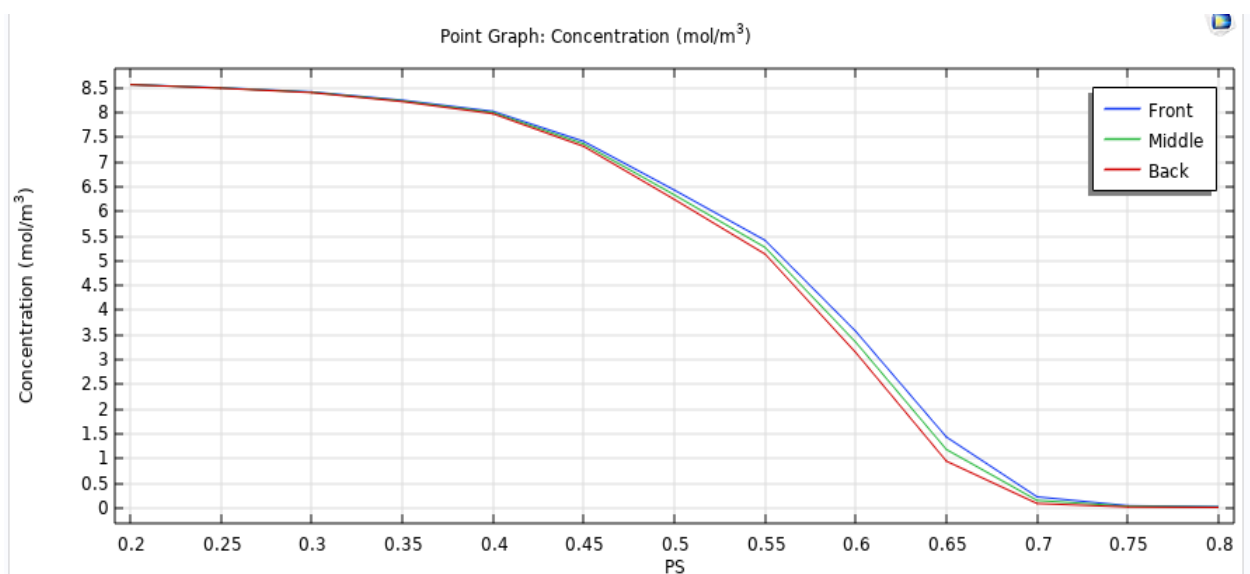


Рисунок 5 – Распределение ионов O^- в образце от влагосодержания PS

Список литературы

1. Голышев, А. Б. Железобетонные конструкции / А. Б. Голышев, В. Я. Бачинский, В. П. Полищук. – Киев, 2001. – 419 с.
2. Запрудский, А. А. Факторы, воздействующие на опоры контактной сети в условиях эксплуатации / А. А. Запрудский // Инновационные проекты и технологии в транспортной отрасли и промышленности: Сборник научных статей аспирантов и студентов университета. – Омск, 2009. – С. 21 – 25.
3. Румянцева, В. Е. Влияние хлоридов на защитные способности бетона в железобетонных конструкциях / В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и

материалы. SMARTEX-2015: Сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. форума. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – С. 301 – 304.

4. Официальный сайт COMSOL Group в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.comsol.ru/products> (Дата обращения: 13.01.2020).

5. Corrosion diagnostics technology improvement of reinforced concrete supports of the railways catenary system / A. A. Kuznetsov [et al.] // Proceedings of the 25th scientific symposium with international participation “Metrology and metrology assurance 2018” September 7-11, 2018. – Sozopol, Bulgaria. – pp. 169 – 174.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кузнецов Андрей Альбертович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Волкова Наталия Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: wolf.volkova@yandex.ru

Шарапова Яна Вячеславовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: ririwoo10@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kuznetsov Andrei Albertovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Grand PhD in Technical sciences, Professor, Head of the Department «Theoretical Electrical Engineering» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Volkova Nataliia Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Graduate student of the Department «Theoretical Electrical Engineering» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-88.

E-mail: wolf.volkova@yandex.ru

Sharapova Yana Viacheslavovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Graduate student of the Department «Theoretical Electrical Engineering» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-88.

E-mail: ririwoo10@yandex.ru

А. А. Кузнецов, М. А. Кузнецова, А. В. Горлов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

УСТРОЙСТВО ИМИТАЦИИ ДЕФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В статье приведены сведения диагностирования параметров изоляции высоковольтных трансформаторов акустическим методом. Приведены сведения о предварительной калибровке измерительного канала при помощи образцовых импульсов напряжения. Экспериментально получены уровни акустических сигналов, соответствующих имитации различных уровней дефектов изоляции.

Ключевые слова: высоковольтные трансформаторы, диагностирование изоляции, акустический метод, калибровка измерительного канала.

Andrey A. Kuznetsov, Maria A. Kuznetsova, Anton V. Gorlov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

SIMULATION DEVICE OF INSULATION DEFECTS OF HIGH VOLTAGE TRANSFORMERS

The article provides information on diagnosing the insulation parameters of high-voltage transformers by the acoustic method. Information is given on the preliminary calibration of the measuring channel with reference voltage pulses. Experimentally obtained levels of acoustic signals corresponding to simulations of different levels of insulation defects.

Keywords: high-voltage transformers, traction power supply, gas chromatography, insulation parameters diagnostics of high voltage transformers, acoustic method, partial discharges.

При диагностировании силовых трансформаторов в системе электроснабжения железных дорог используется достаточно большое количество методов электрического и неразрушающего контроля [1]. Применение акустических методов позволяет выполнить локацию мест возникновения и наличия дефектов изоляции при работе силовых трансформаторов [2]. Так для повышения достоверности контроля мест повреждения изоляции выполняют серию измерений на колоколе трансформатора с последующим анализом сигналов от первичных преобразователей (рис. 1).

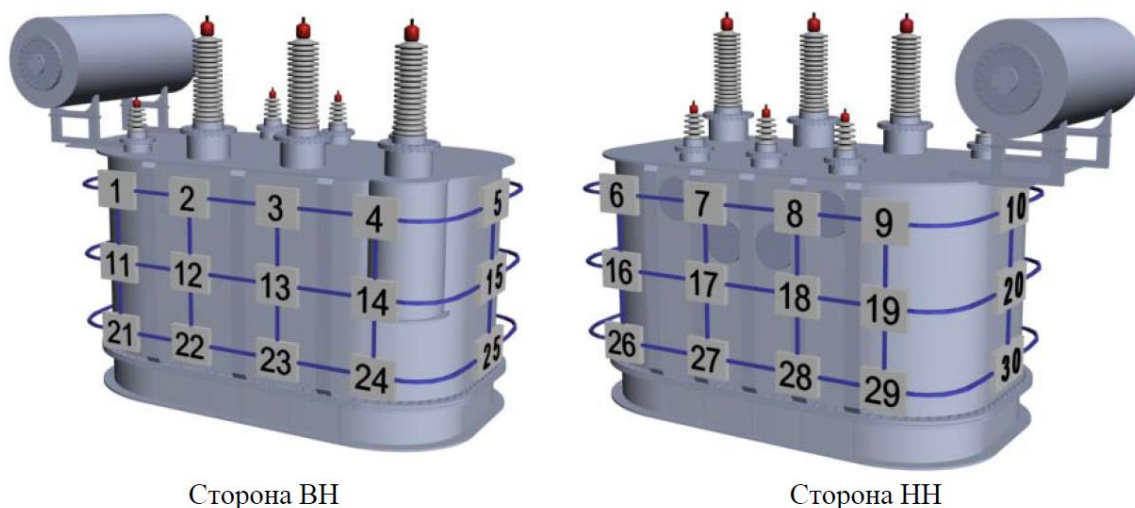


Рисунок 1 – Схема установки преобразователей при акустическом контроле

Важным вопросом при анализе сигналов является выявление предаварийных и аварийных режимов работы и своевременное их предотвращение. Большой экспериментальный опыт не всегда позволяет правильно интерпретировать сигналы ввиду возможного изменения условий проведения эксперимента и большого числа факторов, влияющих на процесс измерений [3]. В работе предлагается подход, позволяющий минимизировать влияние мешающих факторов в процессе диагностирования силовых трансформаторов. Для этих целей предлагается проведение предварительной калибровки измерительной аппаратуры непосредственно перед выполнением измерений при помощи переносного устройства имитации дефектов изоляции высоковольтных трансформаторов.

Для калибровки установки акустического контроля типа СЦАД-16 описано использование переносного устройства имитации дефектов изоляции, позволяющего изменять свои параметры в широком диапазоне и имитировать различную степень электрического пробоя изоляции высоковольтных трансформаторов.

На рис. 2 приведена структурная схема устройства имитации дефектов изоляции высоковольтного трансформатора.

Опишем принцип действия данного устройства. Генератор прямоугольных импульсов (ГПИ) генерирует прямоугольные импульсы низкого напряжения, подаваемые на электронный коммутатор (ЭК), который предназначен для прерывания тока в цепи первичной обмотки катушки. Источник питания (ИП) питает ЭК, а так же вырабатывает импульсы

напряжения в первичной обмотке катушки высоковольтной (КВ). Индикатор (И) предназначен для возможности регистрировать параметры ГПИ (частоту и амплитуду сигнала). Разрядник высоковольтный (РВ) предназначен для получения электрического разряда (частичного разряда) в среде трансформаторного масла. Ток от импульса высокого напряжения во вторичной обмотке КВ подается через высоковольтные провода на РВ. Преобразователи акустические (ПА) предназначены для регистрации акустических сигналов вызванных частичными разрядами и их преобразования электрические сигналы. Масляный бак (МБ), заполненный трансформаторным маслом, представляет собой уменьшенную модель корпуса высоковольтного трансформатора.

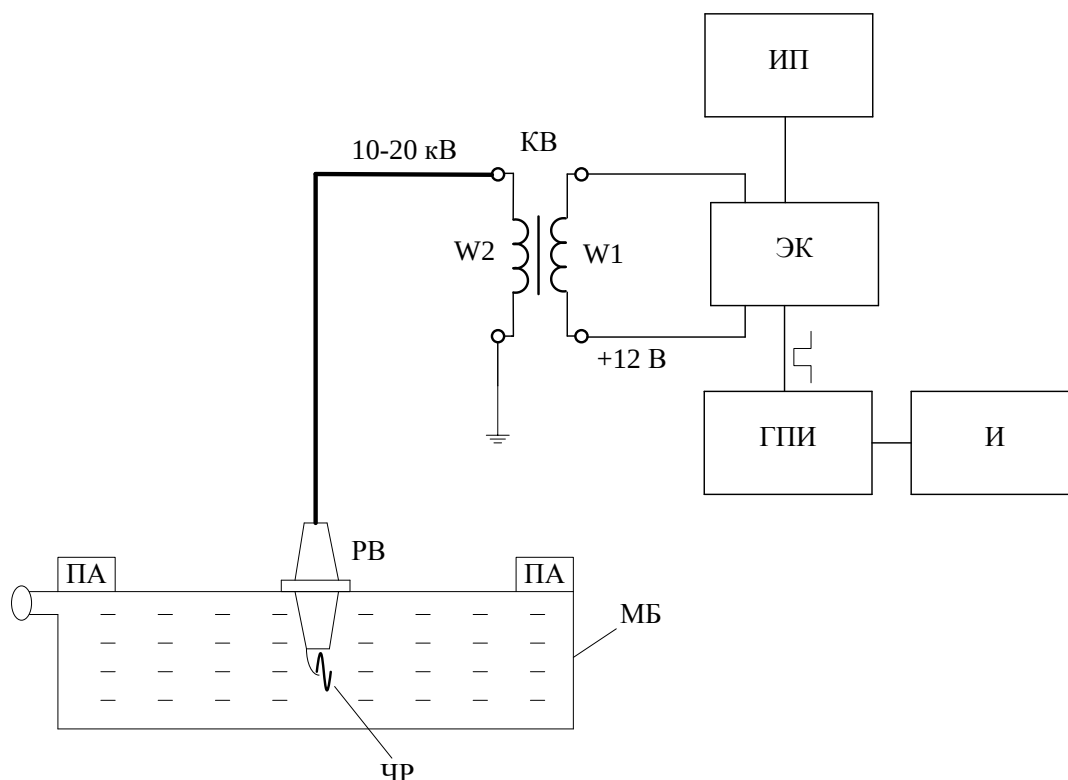


Рисунок 2 – Электрическая схема устройства имитации дефектов изоляции

На рис. 3 приведена схема расположения акустических преобразователей на верхней стороне масляного бака.

Из статьи [3] в качестве примера приведены изображения низкотемпературной плазмы при различных режимах работы генератора. Для регистрации изображения в данной статье использовалась высокоскоростная видеокамера типа «Наногейт-2В». В качестве различных условий задавались «Нормальный», «Сильный» и «Слабый» режимы, которые имитируют

различные уровни дефекта изоляции силовых трансформаторов, сопровождающихся возникновением частичных разрядов.

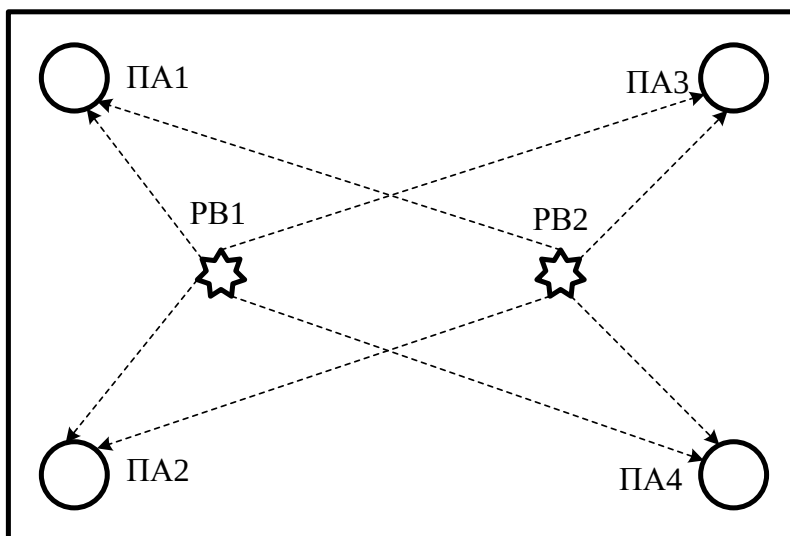


Рисунок 3 – Схема расположения акустических преобразователей на масляном баке

Изображения низкотемпературной плазмы в различных режимах, снятые при помощи ослабляющего оптического светофильтра приведены на рисунке 4.

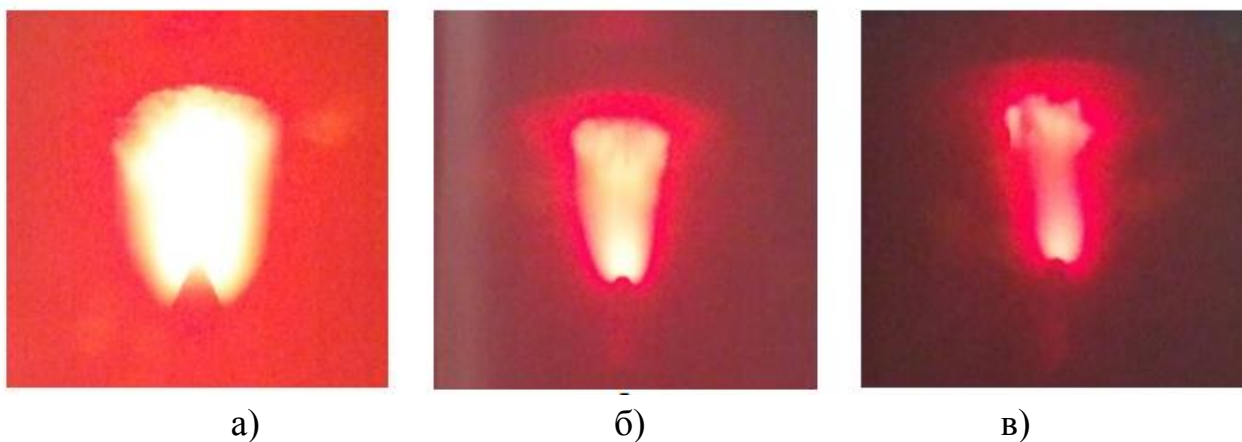
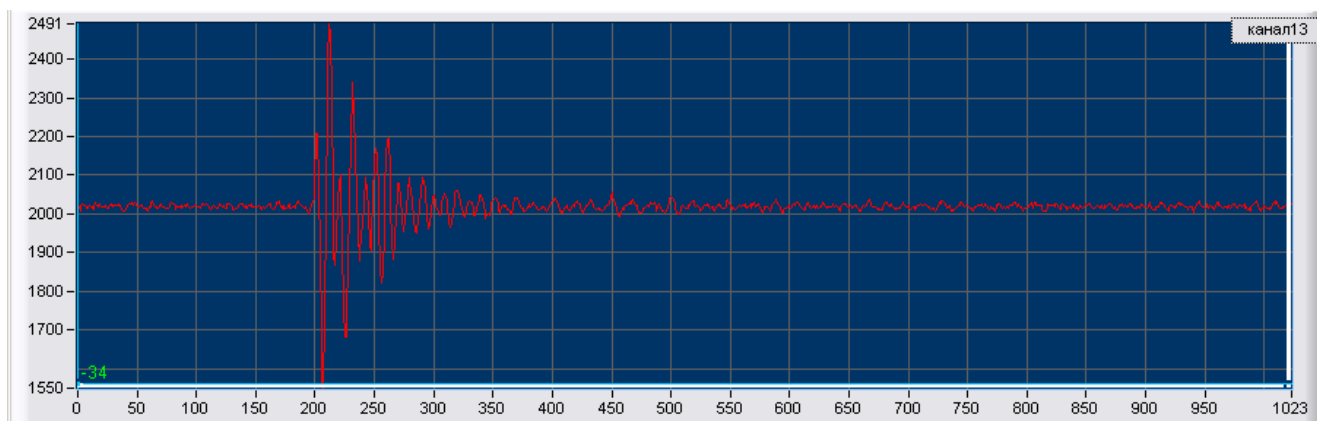


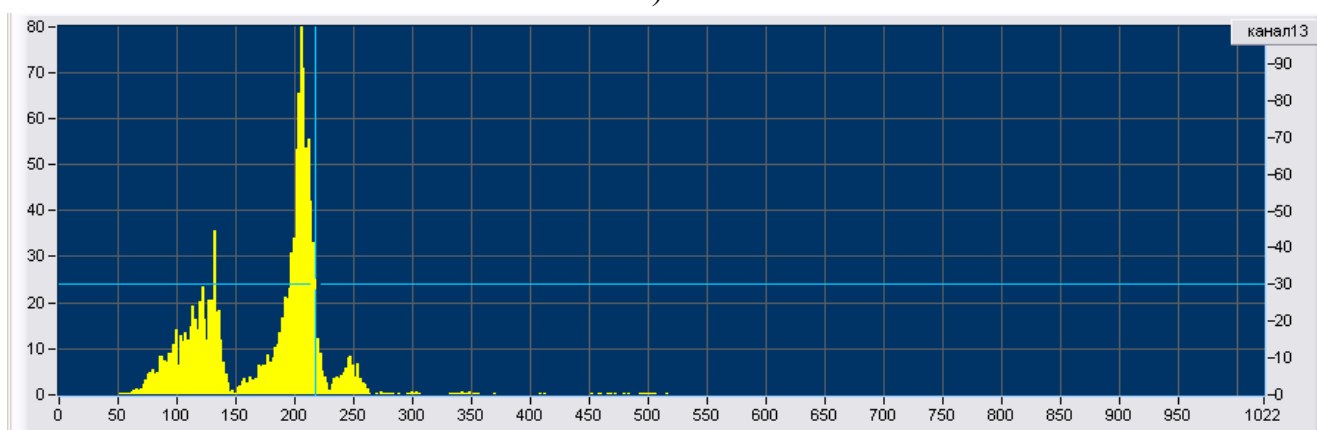
Рисунок 4 – Изображения низкотемпературной плазмы при различных режимах работы генератора: «Сильном» (а), «Нормальном» (б) и «Слабом» (в)

Изображения, представленные выше, хорошо описывают параметры генератора, которые были получены в ходе экспериментальной части. Данные эксперимента представлены в табл. 1.

На рис. 5 приведена форма акустического импульса и его спектр при параметрах разряда соответствующим: $U = 400\text{В}$; $f = 400\text{ Гц}$ $R = 0\text{ Ом}$ (табл. 1). Данная форма импульса соответствует рис. 4.



а)



б)

Рисунок 5 – Форма акустического импульса (а) и его спектр (б) при $f = 400 \text{ Гц}$; $U = 400 \text{ В}$; $R = 0 \text{ Ом}$

Из рис. 5 видно, что первый фронт зарегистрированного импульса достаточно крутой, но уже после первого максимума сигнал «спадает» по более пологой кривой. В самом же конце импульса мы имеем затухающие колебания с более высокой частотой.

Таблица 1

Параметры генератора при проведении эксперимента

Режим	Десятичный код	Двоичный код	Амплитуда сигнала СЦАД, ед. АЦП	Параметры разряда
Сильный	7	00111	940	$U = 400 \text{ В}$; $f = 400 \text{ Гц}$; $R = 0 \text{ Ом}$
Нормальный	3	00011	330	$U = 400 \text{ В}$; $f = 200 \text{ Гц}$; $R = 0 \text{ Ом}$
Слабый	25	11001	190	$U = 350 \text{ В}$; $f = 200 \text{ Гц}$; $R = 7.5 \text{ Ом}$

Очевидно, что первоначально импульс частичного разряда возникает непосредственно в зоне дефекта. Далее импульс распространяется в окружающий объем, который также имеет свои электромагнитные свойства, отличные от свойств зоны дефекта. Различие свойств этой окружающей зоны приводит к появлению в регистрируемом сигнале колебаний с другой резонансной частотой. В конечном итоге импульс может затухнуть на еще большем удалении от места возникновения, от зоны дефекта.

В статье представлен переносной образцовый имитатор дефектов изоляции силовых трансформаторов, схема которого приведена на рис. 2 и 3, предназначенный для калибровки измерительных каналов акустических систем непосредственно перед выполнением измерений и регистрации формы сигналов различных дефектов.

Установка регистрации акустических сигналов СЦАД-16 с штатным программным обеспечением позволяет регистрировать частичные разряды (ЧР), колебания корпуса трансформатора и определять количественные характеристики ЧР и колебаний.

Согласно эксперименту, проведенному в статье можно отметить, что были определены параметры акустических сигналов, соответствующие трансформаторам, находящимся на особом контроле и в аварийном состоянии по сравнению с данными многократных измерений на силовых трансформаторах железных дорог.

Для повышения достоверности контроля и сравнения данных, перед измерениями рекомендуется выполнять калибровку измерительных каналов акустической системы при помощи описанного переносного устройства имитации дефектов изоляции высоковольтных трансформаторов. Получены уровни акустических сигналов, соответствующих имитации различных уровней дефектов изоляции.

Список литературы

1. МУ 1.3.3.99.0038-2009. Диагностика силовых трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов и их вводов. – Методические указания ОАО «Концерн Росэнергоатом» № 126-ук от 01.12.2009. – 73 с.
2. Определение пороговых значений при диагностировании изоляции высоковольтного оборудования методами регистрации частичных разрядов / А. А. Кузнецов, А. Ю. Кузьменко [и др.] // Омский научный вестник. – 2019. – № 2 (164). – С. 30 – 35. DOI: 10.25206/1813-8225-2019-164-30-35.

3. Повышение точности средств аналитического контроля при обеспечении идентичных условий испытаний / А. А. Кузнецов, А. С. Брюхова [и др.] // Омский научный вестник. – 2017. – №6 (156). – С. 116 – 121.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецов Андрей Альбертович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Кузнецова Мария Андреевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046 г. Омск, пр. Маркса, 35,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС.

Телефон: 8-983-116-10-84.

E-mail: kuznetcova994@gmail.com

Горлов Антон Вячеславович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

644046 г. Омск, пр. Маркса, 35,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.

Телефон: 8-923-692-07-69.

E-mail: anton.gorlov@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kuznetsov Andrei Albertovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Grand PhD in Technical sciences, Professor, Head of the Department «Theoretical Electrical Engineering» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-88.

E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Kuznetsova Maria Andreevna

Omsk State Transport University (OSTU),

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate student of the department «Rolling stock of electric Railways» OSTU.

Phone: 8-983-116-10-84.

E-mail: kuznetcova994@gmail.com

Gorlov Anton Vyachaslavovich

Omsk State Transport University (OSTU),

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate student of the department «Theoretical electrical engineering» OSTU.

Phone: 8-923-692-07-69.

E-mail: anton.gorlov@mail.ru

В. С. Петровнин, С. С. Горобей, А. А. Кузнецов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

В статье представлен обзор схематических решений и описаны элементы системы электроснабжения пассажирского вагона. Описана комбинированная система отопления пассажирского вагона. Представлены результаты экспериментальных исследований направленных на экономию электрической энергии с помощью регуляторов напряжения. Применение высоковольтных регуляторов напряжения позволит в перспективе снизить расходы электроэнергии на отопление пассажирского вагона от 3 до 5 % и упростить техническое обслуживание и ремонт систем электроснабжения пассажирских вагонов.

Ключевые слова: Электроснабжение, пассажирский вагон, отопление, регулятор напряжения, экономия электроэнергии.

Vladislav S. Petrovnin, Sergei S. Gorobei, Andrey A. Kuznetsov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

EXPERIMENTAL RESEARCH OF ECONOMY ELECTRIC ENERGY FOR HEATING PASSENGER RAILWAY CARRIAGES

The article provides an overview of schematic solutions and describes the elements of the power supply system of passenger railway carriages. A combined heating system for passenger railway carriages is described. The results of experimental studies of energy saving using voltage regulators are presented. The layout of the power unit on the basis of high-voltage voltage regulators will make it possible to create wagon electrical equipment that will in the long run reduce the cost of power supply to a passenger railway carriage from 3 to 5 % and simplify maintenance and repair of power supply systems for passenger railway carriages.

Keywords: Power supply, passenger railway carriage, heating, voltage regulator, energy saving.

1. Описание системы электроснабжения пассажирских вагонов

Система централизованного электроснабжения пассажирских вагонов модели 61-4170 постройки ОАО «ТВЗ» от поездной высоковольтной магистрали напряжением 3000 В постоянного тока, в соответствии с рис. 1,

предусматривает: а) Питание высоковольтного отопления от подвагонной магистрали 3000 В (1Е1 и 1Е2); б) Питание низковольтных потребителей: - через высоковольтный статический преобразователь, расположенный под вагоном; - от внешней сети напряжением переменного тока 220/380 В частотой 50 Гц; - от внешней сети напряжением 110 В постоянного; - от соседнего вагона напряжением до 142 В постоянного тока; в) В аварийном режиме – подача питания на соседний вагон напряжением до 142 В постоянного тока от статического преобразователя (выход 2а).

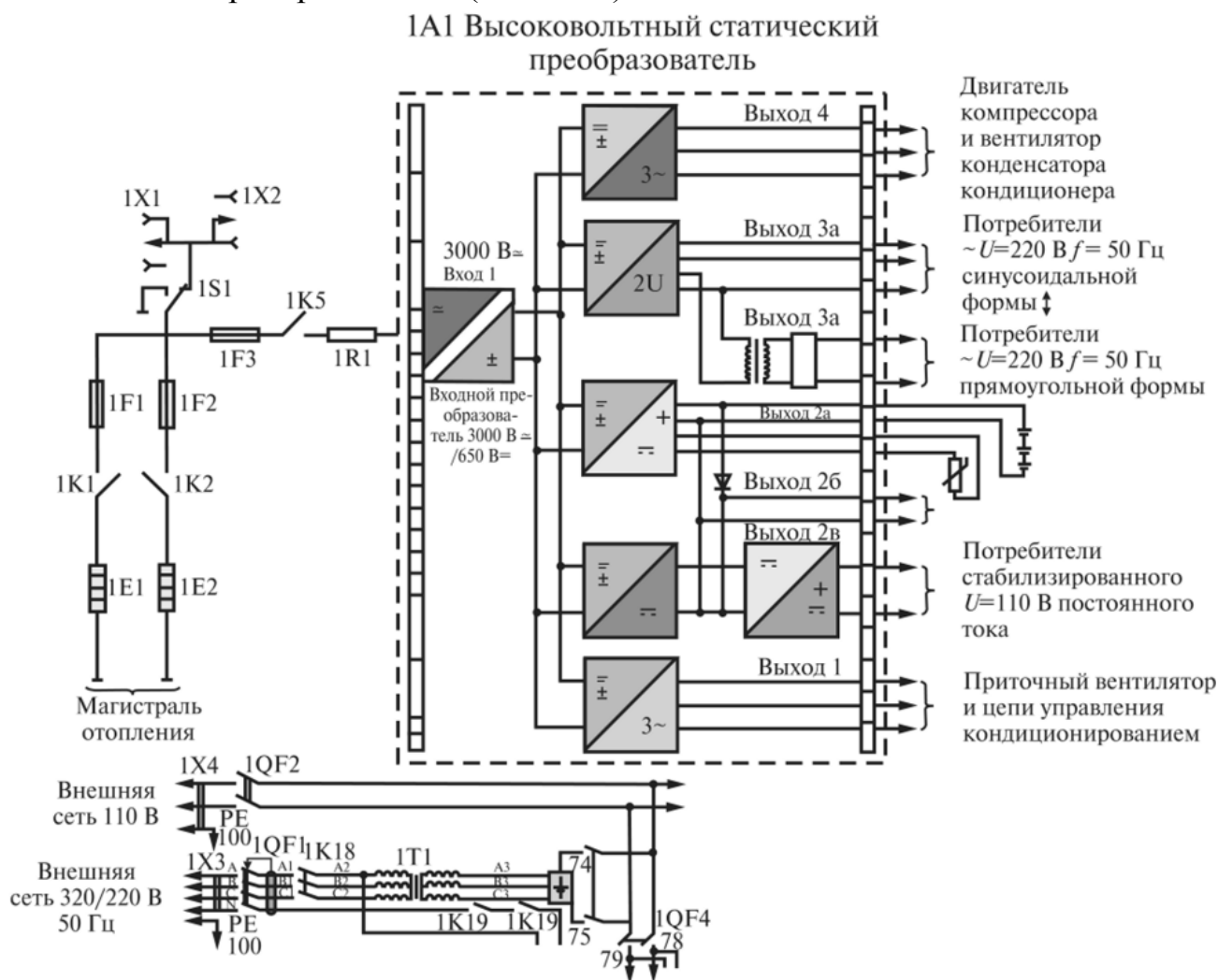


Рисунок 1 – Система централизованного электроснабжения пассажирских вагонов модели 61-4170 от поездной высоковольтной магистрали напряжением 3000 В постоянного тока

Высоковольтный статический преобразователь 1А1 преобразует входное напряжение 3000 В постоянного тока в напряжение 650 В постоянного тока, затем напряжение преобразовывается: – в 3-фазный переменный ток

напряжением 380 В для питания двигателя компрессора и вентилятора конденсатора установки кондиционирования воздуха вагона (выход 4); – в однофазный ток напряжением 220 В 50 Гц синусоидальной и прямоугольной формы (выход 3а); - в постоянный ток для зарядки аккумуляторной батареи (выход 26); - в постоянный стабилизированный ток 110 В для потребителей стабилизированного напряжения (выход 2в); – в 3-фазный переменный ток для приточного вентилятора и цепей управления кондиционирования воздуха (выход 1) [1].

2. Комбинированная система отопления пассажирского вагона

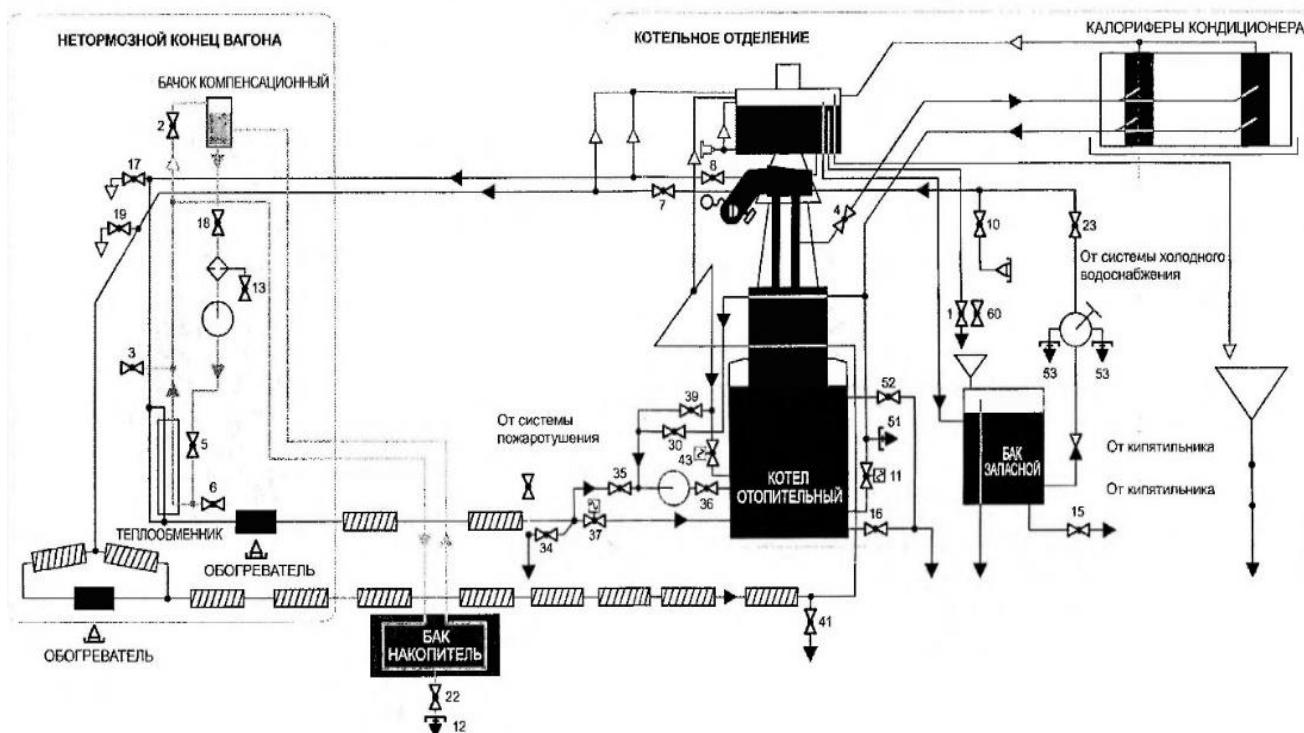


Рисунок 2 – Схема комбинированной системы отопления пассажирского вагона

Система отопления включает в себя: котел отопительный с дополнительной ёмкостью на расширителе; запасной бак; разводящие и отопительные трубопроводы; ручной насос и электронасос; наливную трубу; обогреватели наливных труб системы водоснабжения; возвратную трубу с пробкой; калориферы кондиционера и трубопроводы, соединяющие их с отопительным котлом; трубопроводы для выпуска воздуха; контрольные приборы, арматуру для регулировки и управления системой.

Отопление вагона осуществляется нагревом теплоносителя в котле отопительном высоковольтными электронагревателями или твердым топливом, в соответствии с рис. 2.

Теплоноситель поступает через коллектор в верхние разводящие трубы сети отопления и стояки, затем в нижние отопительные оребренные трубы, где, отдавая тепло окружающему воздуху, охлаждается и, вследствие разности температур в котле и стояках, возвращается обратно в котел. Образующийся пар отводится по трубопроводу через коллектор в расширитель котла, в соответствии с рис. 3 [2].

Для нагрева теплоносителя при помощи электроэнергии в котел вертикально вмонтированы двадцать четыре высоковольтных нагревательных элемента (рис. 3), мощностью по 2 кВт каждый при номинальном напряжении 500 В (максимальное напряжение 670 В) [6].

Все нагревательные элементы (ЭН) соединены в две параллельные группы (по 12 шт.), управляемые контакторами К1 и К2 и защищенные каждая своим предохранителем. Группы в свою очередь состоят из двух параллельных подгрупп по шесть последовательно соединенных элементов [4].

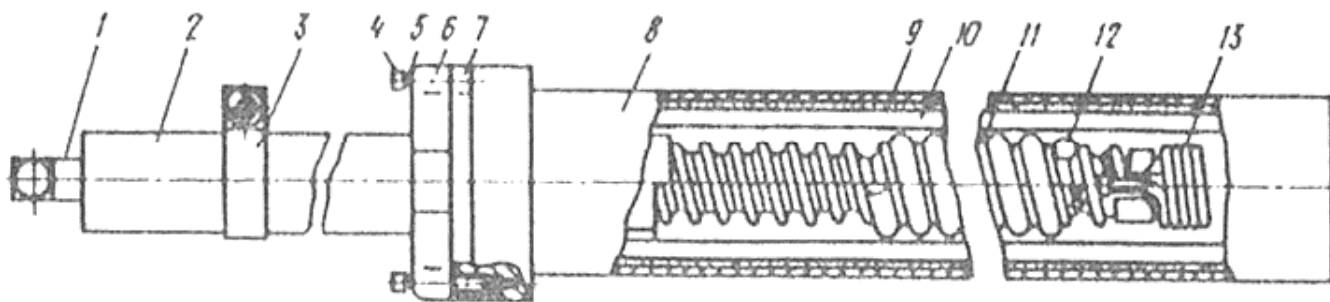


Рисунок 3 – Высоковольтный нагревательный элемент:

- 1 – зажим; 2 – высоковольтный изолятор; 3 – скоба; 4 – болт; 5 – шайба;
- 6 – керамический фланец; 7 – резиновая прокладка; 8 – стальной корпус;
- 9 – графитовая оболочка; 10 – кварцевая втулка (стакан); 11 – керамический стержень;
- 12 – нагревательная спираль; 13 – обратный провод

3. Экспериментальные исследования экономии электрической энергии на отопление.

Целью эксперимента экономия электроэнергии на нагрев и поддержания температуры с помощью электрического регулятора напряжения, собранного на симисторе ВТА 16-600 на 16А [3].

В эксперименте было задействовано следующее оборудование:

1) Водонагреватель: объём – 3,5 л, напряжение питания – 220 В, 50 Гц, мощность – 650 Вт, тип нагревательного элемента – закрытая спираль, материал корпуса – металл (двойные стенки);

2) Электрический регулятор напряжения, собранный на симисторе ВТА 16-600 на 16А: напряжение питания – 220 В, 50 Гц, максимальная мощность –

2000 Вт, изменение напряжения – от 50 В до 220 В [5];

3) Термометр электронный с зондом: диапазон измерения – от минус 50 °С до плюс 110 °С, погрешность – $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$;

4) Энерготестер типа ПКЭ-А;

5) Осциллограф типа АСК-2031.

Подключение оборудования и схема электрическая структурная в представлены на рис. 4.

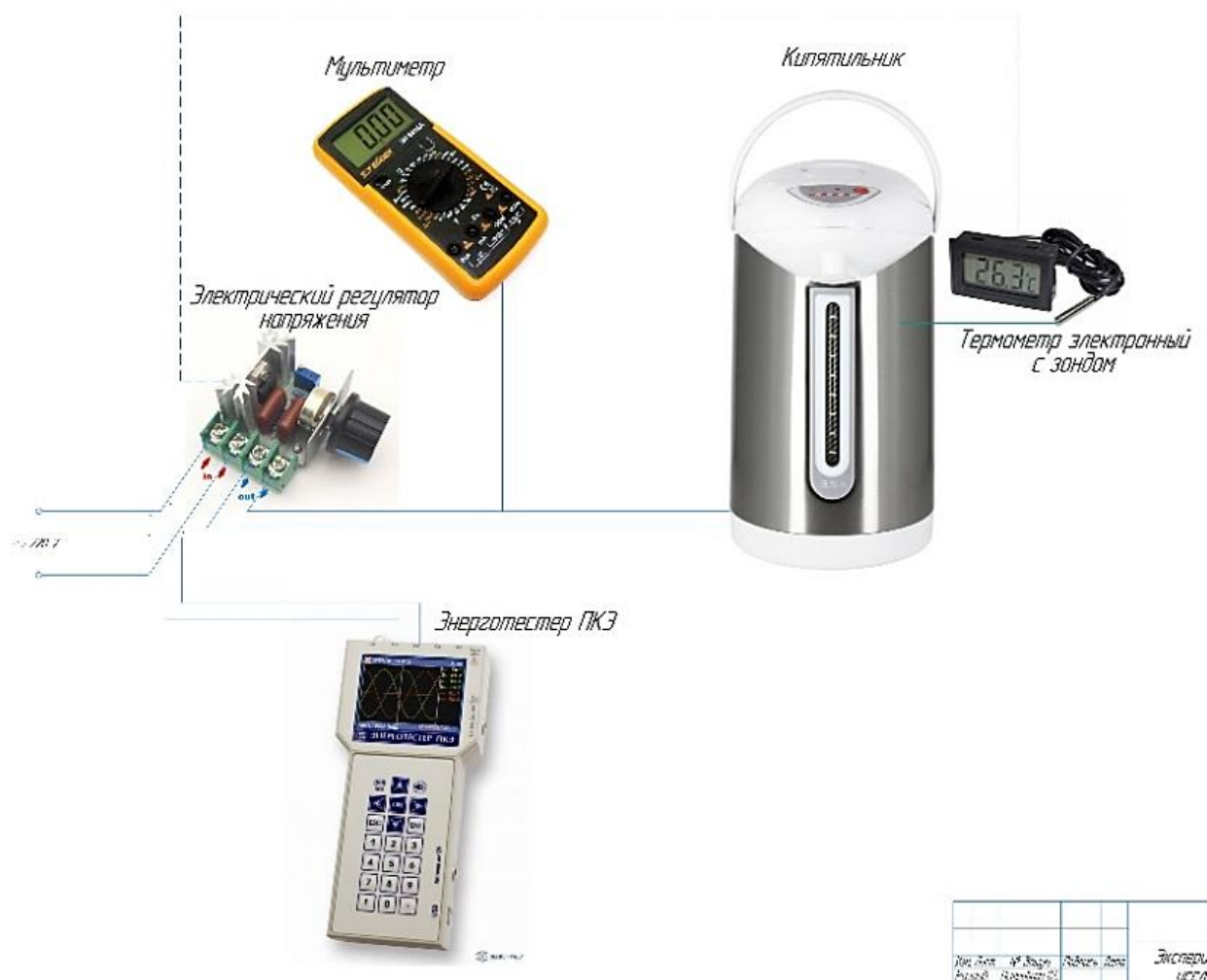


Рисунок 4 – Схема электрическая структурная

Напряжение $U_{\text{рег}}=230$ В, 50 Гц. При нагреве воды до плюс 1000С происходит автоматическое отключение ТЭНов. При остывании воды до температуры плюс 870С, также происходит автоматическое включение ТЭНов. Общее количество циклов – 4 в течении пяти часов работы. Результаты измерений при проведении эксперимента представлены на рис. 5.

Напряжение регулятора настраивалось на значение нижней температурной границы регулирования.

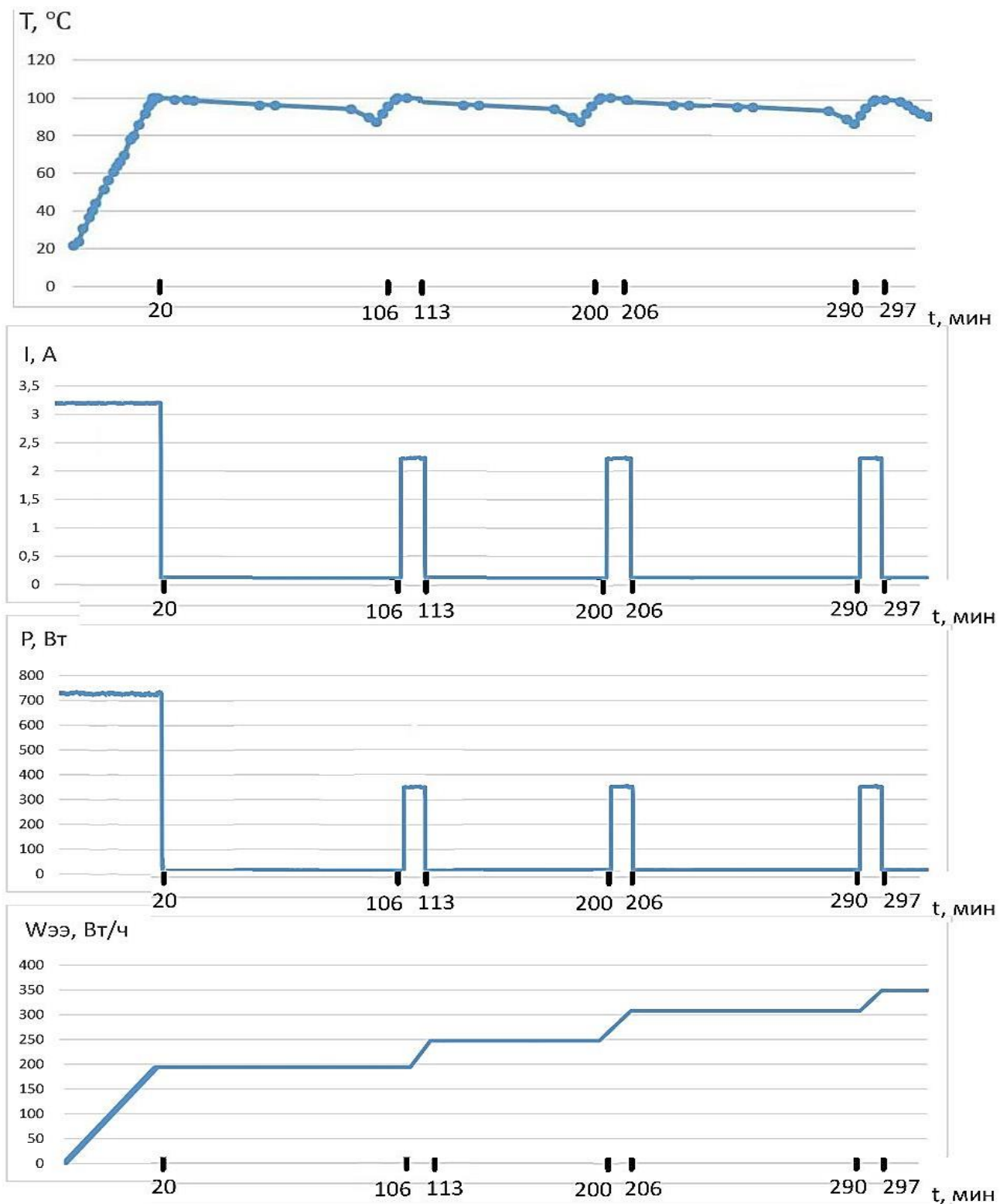


Рисунок 5 – Графики зависимостей температуры $T(t)$ $^\circ\text{C}$; потребляемого тока $I(t)$ A; потребляемой мощности $P(t)$ Вт; электрической энергии $W_{\text{ээ}}$, Вт/ч

Общее потребление электроэнергии без регулятора напряжения за 5 часов составляет $W_{\text{ээ}}=348,73$ Вт/ч.

Общее потребление электроэнергии с регулятором напряжения за 5 часов составляет, что $W_{э3}=336,54$ Вт/ч, что позволило сэкономить 3,6 % электроэнергии.

Устройства электроснабжения и отопления пассажирских вагонов на настоящее время удовлетворяют всем техническим требованиям. Применение высоковольтных регуляторов напряжения позволит в перспективе снизить расход электроэнергии на отопление пассажирского вагона от 3 % до 5 % и упростить техническое обслуживание систем электроснабжения пассажирских вагонов.

Список литературы

1. Ледащева, Т. Ю. Электрические аппараты и цепи вагонов [Текст]: Учебное пособие / Т. Ю. Ледащева. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – С. 19 – 21. – ISBN 978-5-89035-899-8.
2. Ермишкин, И. С. Вагон пассажирский некупейный модель 61-4447 заводской №111. Руководство по эксплуатации 4447.00.00.000 РЭ [Текст] / И. С. Ермишкин, А. В. Шмаргун. – ОАО «ТВЗ», 2008. – С. 73 – 74.
3. Электронные преобразователи / Л. А. Астраханцев [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 10. – С.54.
4. Егоров, В. П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов (для проводников) [Текст]: Учебное пособие / В. П. Егоров; 2-е изд. – М.: УМЦ МПС России, 2004. – С. 214 – 216.
5. Основы энергосберегающего управления электрифицированными технологическими установками / Л. А. Астраханцев [и др.] // Труды междунар. конф. «Энергосберегающие технологии и окружающая среда» / Иркутск: Иркутский гос. ун-т путей сообщения, 2004. – С. 122 – 128.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Петровнин Владислав Сергеевич
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Теоретическая
электротехника» ОмГУПС.
E-mail: vladpetrovnin@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vladislav Sergeevich Petrovnin
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Post-graduate student of the department
"Theoretical electrical engineering" OSTU.
E-mail: vladpetrovnin@mail.ru

Горобей Сергей Сергеевич

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Теоретическая
электротехника» ОмГУПС.
E-mail: gorobei.florist@yandex.ru

Sergei Sergeevich Gorobei

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
, Post-graduate student of the department
"Theoretical electrical engineering" OSTU.
E-mail: gorobei.florist@yandex.ru

Кузнецов Андрей Альбертович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доктор технических наук, профессор,
Заведующий кафедрой «Теоретическая
электротехника» ОмГУПС.
E-mail: ykuznetsovaa@omgups.ru

Andrey Albertovich Kuznetsov

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Doctor in Technical Sciences, Professor, the
head of the department « Theoretical electrical
engineering » OSTU.
E-mail: kuznetsovaa.omgups@gmail.com

УДК 621.315:668.3

К. И. Фомиченко, А. А. Запрудский, А. А. Кузнецов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

В статье рассмотрен способ моделирования напряженного состояния железобетонных опор, подверженных коррозии, методом конечных элементов в программной среде ABAQUS.

Ключевые слова: Железобетонные опоры, продукты коррозии, напрягаемая арматура, моделирование, конечно-элементный анализ.

Kirill I. Fomichenko, Aleksander A. Zaprudskiy, Andrey A. Kuznetsov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**MODELING OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

The article describes a method for modeling the stress state of reinforced poles susceptible to corrosion, using the finite element method in the ABAQUS software environment.

Keywords: Reinforced concrete poles, corrosion products, tensile reinforcement, modeling, finite element analysis.

Опоры являются одним из основных элементов линий электропередач, в настоящее время применяются унифицированные опоры выполненные из железобетона.

Часто ЛЭП работает в тяжелых эксплуатационных и климатических условиях. Она подвергается нагрузке от веса проводов и гололеда на их поверхности, скоростному напору ветра, перепаду температур окружающей среды и т.д. К её надежности предъявляются высокие требования, поскольку перебои в поставке электроэнергии потребителям приводят к экономическим потерям [1].

На конец 2018 доля ВЛ, находящихся в эксплуатации более 35 лет, в разрезе классов напряжения составила: ВЛ 220 (330) кВ – 52%; ВЛ 110 кВ – 61%; ВЛ 35 кВ – 63%; ВЛ 6–20 кВ – 50%; ВЛ 0,4 кВ – 46%.

По причине падения опор происходит обрыв проводов и нарушение нормального режима работы энергосистемы. Поэтому контролю состояния опор ВЛ необходимо уделять особое внимание.

Основной причиной снижения прочности железобетонных опор является коррозия стальной арматуры, находящейся в бетоне. Попадание внешних агрессивных сред (хлориды, сульфаты), приводит к коррозии арматуры и, как следствие разрушению бетона [2].

При коррозии уменьшается сечение арматуры, в результате чего снижается несущая способность опоры.

Для определения диаметра арматуры в бетоне, был применен рентгенографический контроль. Для этого рентгенографию произвели дважды снимая на одну и ту же пленку, параллельно смещая источник. По итогу, получили изображение арматурного стержня с двумя отпечатками (рис. 1).

Разбив изображение арматуры на элементарные квадраты со стороной 1 мм, и проинтегрировав по контуру изображение заданной яркости, получена площадь стержня. Сравнив полученные результаты, отмечено уменьшение сечения арматуры на 7,5 %, что говорит о том, что около 7,5 % железа вышло на поверхность бетона.

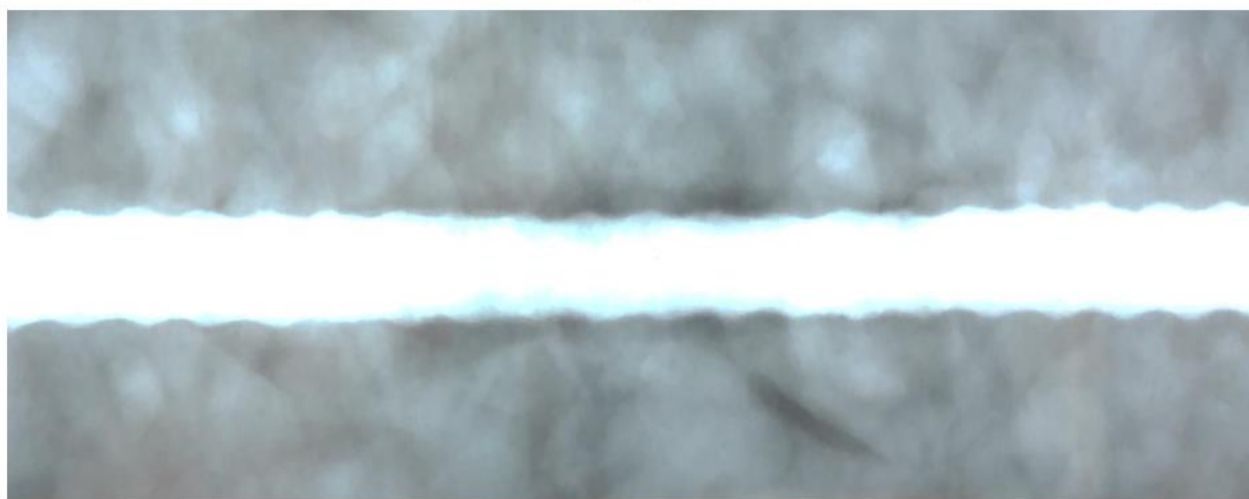
Для выяснения корреляции между утонением арматуры и концентрацией продуктов коррозии на поверхности был проведен спектральный анализ[3].

По полученным результатам был сделать вывод, что спектральный анализ чувствителен к коррозии арматуры в железобетоне. По данной методике

возможно определение продуктов коррозии арматуры в тонкотелых железобетонных опорах. Основным элементом для определения является железо в виде оксидов, гидроксидов и других его соединений, образующих продукты коррозии.



а



б

Рисунок 1 – Рентгеновские снимки арматуры в бетоне:

а – снимок до коррозии; б – снимок после коррозии

Для моделирования влияния уменьшения сечения арматуры на несущую способность опоры, был использован программный комплекс ABAQUS. Данный комплекс позволяет производить численный расчет прочностных характеристик, методом конечных элементов. Конечно-элементная модель железобетонной стойки типа СЦ 26.1 закрепленной в грунте, выполненная в программе ABAQUS CAE представлена на рис. 2. Арматура моделировалась с помощью инструмента Embedded region. Данная техника позволяет внедрять внутрь основного объекта ряд элементов с иными свойствами. Если узел внедренного элемента лежит в пределах элемента основного тела, то

поступательные степени свободы этого узла рассчитываются в соответствии со значениями степеней свободы элемента основного тела.



Рисунок 2 – Модель цилиндрической стойки в грунте, выполненная в программе ABAQUS

В работах [4,5] было проведено испытание железобетонных конструкций на прочность. А также моделирование в среде ABAQUS, в ходе чего экспериментальные данные совпали с результатом численного расчета.

В результате проведенных испытаний была отмечена большая схожесть между результатами реального эксперимента и моделированием его в программной среде ABAQUS (рисунок 3, 4).

Дальнейшие исследования будут продолжены в направлении исследований остаточной прочности железобетонных опор при возникновении точечной коррозии на различных участках железобетонных опор. Кроме того будет проведен комплекс исследований в отношении влияния на железобетонную опору знакопеременных сил, возникающих в условиях реальной эксплуатации.

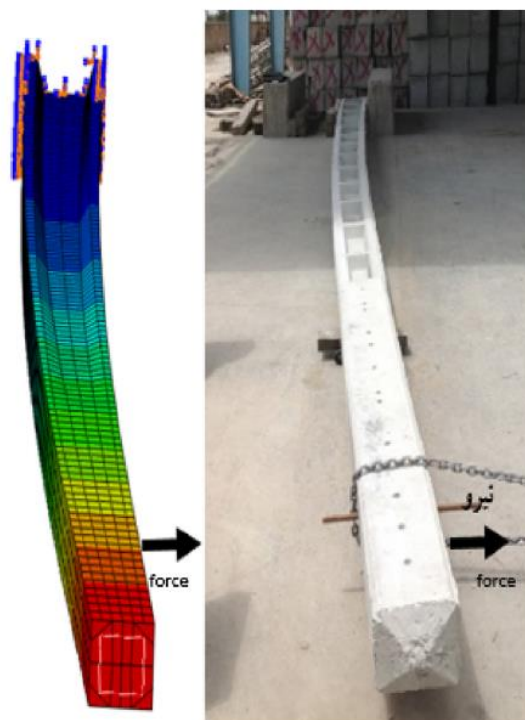


Рисунок 3 – Моделирование испытания железобетонной стойки

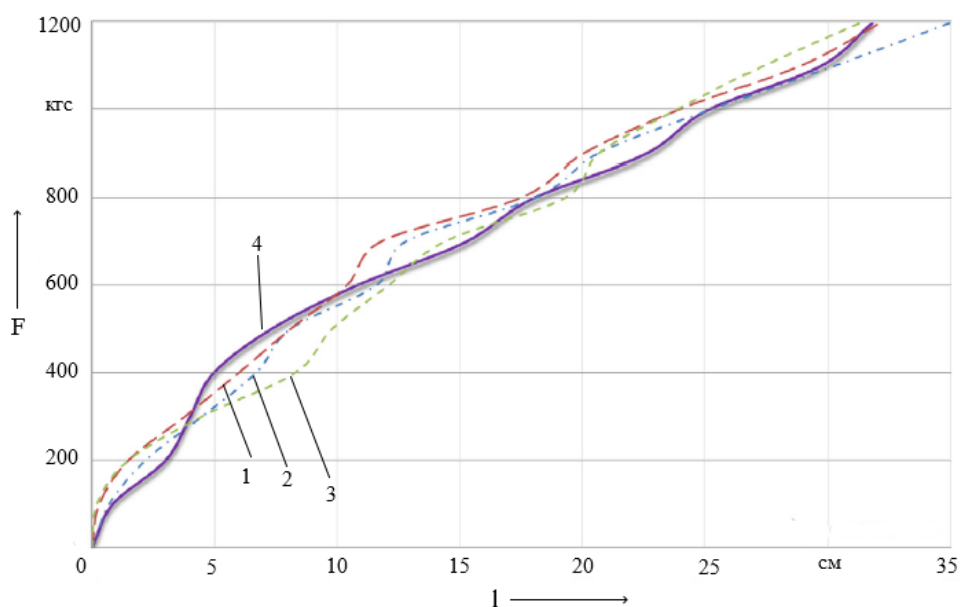


Рисунок 4 – График деформации опоры в зависимости от приложенной силы полученные: 1–3 – экспериментальным путем; 4 – в среде ABAQUS

Список литературы

1. Приказ Минэнерго России «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» от 13 января 2003 № 6 / Минюст России. 22 января 2003 г. № 4145.

2. Запрудский, А. А. Факторы, воздействующие на опоры контактной сети в условиях эксплуатации / А. А. Запрудский / Инновационные проекты и технологии в транспортной отрасли и промышленности: Сборник научных статей аспирантов и студентов. – Омск, 2009. – С. 21 – 25.

3. Kuznetsov, A. A. Corrosion diagnostics technology improvement of reinforced concrete supports of the railways catenary system / A. A. Kuznetsov, A. A. Zaprudskiy, A. S. Bryukhova, K. I. Fomichenko // Metrology and metrology assurance 2018: Proceedings of the 25th scientific symposium with international participation (September 7-11, 2018.). – Sozopol, Bulgaria. – pp. 169 – 174.

4. Zeynalian, M. Khorasgani Structural performance of concrete poles used in electric power distribution network / Mehran Zeynalian, Mehrdad Zamani // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2018. – №18.

5. Zabihi-Samani, M. Simulation of the Behavior of Corrosion Damaged Reinforced Concrete Beams with/without CFRP Retrofit / Masoud Zabihi-Samani, Mohsenali Shayanfar, Amir Safiey, Amir Najari // Civil Engineering Journal. – 2018. №Vol. 4, No. 5.

6. Исследование работы железобетонной балки с применением программной системы ABAQUS / Соколов М.М. [и др.] // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – 2017. №2(35).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фомиченко Кирилл Игоревич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Магистрант ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06-88.
E-mail: fomichenko.kiril@gmail.com

Запрудский Александр Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук,
Доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-66.
E-mail: palmuser@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fomichenko Kirill Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
OSTU Master student.
Phone: (3812) 31-06-88.
E-mail: fomichenko.kiril@gmail.com

Zaprudskiy Aleksandr Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
PhD, Docent of the Department «Computer science and computer graphics» OSTU.
Phone: (3812) 31-06-88.
E-mail: palmuser@yandex.ru

Кузнецов Андрей Альбертович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Теоретическая
электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06-88.
E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

Kuznetsov Andrei Albertovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Grand PhD in Technical sciences, Professor,
Head of the Department «Theoretical Electrical
Engineering» OSTU.
Phone: (3812) 31-06-88.
E-mail: kuznetsovaa@omgups.ru

УДК 331

Г. И. Левин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ТРУДА РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматривается железнодорожный транспорт как один из основных видов транспорта составляющих современную рыночную экономику, бизнес, коммерческую деятельность в процессе перемещения товаров, грузов, багажа и пассажиров. Одними из особенностей этого вида транспорта являются непрерывность его работы и обслуживание перевозочного процесса, в связи с этим железнодорожный транспорт имеет ряд особенностей в отношениях субъектов, вступающих в систему перевозок. К этому относится многообразие видов деятельности как работников самого железнодорожного транспорта, так и его инфраструктуры.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, производственная деятельность на транспорте, труд, персонал железнодорожного транспорта, условия труда.

Georgy I. Levin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

LABOR FEATURES OF WORKERS OF RAILWAY TRANSPORT

Railway transport is considered as one of the main modes of transport that make up the modern market economy, business, and commercial activity in the process of moving goods, cargo, luggage, and passengers. One of the features of this type of transport is the continuity of its operation and maintenance of the transportation process, in connection with this, railway transport has a number of features in the relations of entities entering into the transportation system. This includes the diversity of activities of both employees of the railway transport itself and its infrastructure.

Keywords: railway transport, production activity in transport, labor, personnel of railway transport, working conditions.

Производственная деятельность на транспорте существенно отличается от таковой в других отраслях экономики. Эти отличия вытекают из особенностей деятельности железнодорожного транспорта. Сегодня невозможно представить развитие инфраструктуры экономики, предпринимательской деятельности, коммерческой деятельности без развития и участия в них всех видов транспорта. Особую роль в этой цепи занимает железнодорожный транспорт. Остановимся на некоторых особенностях этого вида транспорта.

Непрерывный характер работы является одной из особенностей. Технологические процессы на железнодорожном транспорте требуют особой организации труда исполнителей, связанных перевозками, перегрузочными работами и подготовкой подвижного состава [1].

Круглосуточная работа транспорта предъявляет особые требования к персоналу поездных бригад, а также работникам, выполняющим функции по обслуживанию перевозочного процесса. Особенно большую нагрузку испытывают работники в ночное время, поскольку сбивается суточный ритм активности человека, что может привести к профессиональным заболеваниям.

Железнодорожники, занятые в путевом хозяйстве, работают в ночное время в условиях низкой освещенности и ограниченной видимости, что создает угрозу наезда подвижного состава. Непрерывность работы на железнодорожном транспорте предусматривает резервный персонал на случай невыхода на работу отдельных работников по разным причинам. Это особенно важно в связи с сокращением численности поездных бригад, так как отсутствие одного человека в коллективе увеличивает нагрузку на других членов коллектива [2].

Взаимодействие всех служб и предприятий железнодорожного транспорта требует согласованности производственных процессов, поскольку перевозки в одном направлении, влияют на перевозку и работ у подвижного состава в другом направлении. В этих условиях необходима высокая ответственность персонала, обеспечивающего обслуживание подвижного состава в пути. Снижение качества работы персонала увеличивает риск появления отказов и возникновения аварийной ситуации.

Для железнодорожного транспорта характерно многообразие видов деятельности (перевозочная деятельность, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, коммерческая деятельность, транспортно-экспедиционное обслуживание, связь, строительство, складские операции и др.).

Международные перевозки занимают огромное место в железнодорожной

деятельности всех служб. Это накладывает особую ответственность на действие всей инфраструктуры железнодорожного транспорта, его персонала. Они т.е. персонал должны владеть иностранными языками обладать знаниями по вопросам правового регулирования международных перевозок дорожных условий, таможенных, санитарных и экологических правил и правил перевозок специфических категорий грузов.

Высокая динамичность железнодорожного транспорта в современных условиях приводит к быстрым изменениям путевой обстановки. Объем информации, который поступает по информационным каналам необходимо проанализировать, особенно в условиях интенсивного движения на оживленных магистралях. Поэтому надежность работы персонала во многом зависит от их способности к принятию решений в постоянно меняющейся обстановке движения и точное выполнение графика доставки грузов, грузабагажа и пассажиров [3].

Высокая степень самостоятельности и ответственности за результат работы обусловлена отдаленностью поездных бригад и всего персонала во время движения поездов от транспортных организаций. Основная ответственность состоит в принятии решений при экстремальных ситуациях. Особенности железнодорожного транспорта, как и других видов транспорта, определяют и содержание дисциплины труда его работников. Главным критерием высокой дисциплины является своевременное и полное выполнение заданных объемов перевозок при строгом соблюдении безопасности движения.

Одним из факторов, влияющих на работу железнодорожного транспорта, является сезонность перевозок пассажиров и многих видов грузов, что приводит к резкому увеличению объема работы в пиковые периоды года. Изменение пространственного положения подвижного состава влечет за собой нарушение жизненного ритма и привычных бытовых удобств, для обслуживающего персонала и круглосуточного режима работы. Часто отсутствуют необходимые комфортные условия для отдыха и поддержания работоспособности в пути следования.

Условия труда на железнодорожном транспорте представляют совокупность факторов производственной среды оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. В процессе трудовых обязанностей работников в процессе движения поезда меняется и производственная среда, определяющая уровнем техники и технологии выполнения работ, санитарно-гигиеническими условиями, степенью механизации и автоматизации производственных процессов.

Физические воздействия на персонал при движении поезда оказывают неблагоприятные погодные условия, различные шумы, вибрации, тряска и т.д. Проявление многих опасных факторов в производственной среде движения железнодорожного транспорта при высокой интенсивности и напряженности приводит к переутомлению или хроническому утомлению организма, сопровождающемуся вялостью, головными болями, отсутствием аппетита, повышенной раздражительностью, снижением внимания, памяти и т.д. [4].

На работу на любом виде транспорта, в том числе и железнодорожном, влияют вредные и опасные, негативно воздействующие на человека, производственные факторы (ОПФ), которые приводят к внезапному резкому ухудшению здоровья.

В производственной сфере ОПФ возникают при перемещении частей механизмов, вагонов, локомотивов и т.п. Опасные факторы оказывают отрицательное воздействие при нарушении технологических процессов правил безопасности дисциплины труда, а также неудовлетворительной организации работы. На железнодорожном транспорте опасными факторами являются движущиеся транспортные средства, подъемные механизмы и устройства, используемые при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава, а также отдельные виды оборудования, представляющие повышенную энергетическую, пожарную и взрывную опасность.

Существует на транспорте и вредный производственный фактор (ВПФ) – этот фактор приводит к заболеванию и снижению работоспособности. К ВПФ относятся химические вещества, психологические нагрузки и биологические агенты. Для железнодорожного транспорта характерно многообразие химических веществ, оказывающих общетоксическое, канцерогенное и другие виды вредного воздействия на организм человека. Это органические соединения, входящие в состав топлива, отработанных газов, спирты, масла, эфиры, применяемые в лаках и красках, а также в неорганических веществах.

Физические воздействия на транспорте связаны также с неблагоприятными метеорологическими условиями, шумом, вибрацией, пылевыми загрязнениями, электромагнитными излучениями, недостаточной освещенностью рабочих зон.

Особое значение имеет тот факт, что работники железнодорожного транспорта испытывают психофизические нагрузки при управлении транспортными средствами (локомотивы), подготовки подвижного состава в рейс, техническом обслуживании, при работе в неудобной позе или стесненных условиях. Все эти факторы приводят к быстрому утомлению.

Режим труда работников транспорта, тоже имеет свои особенности. Различают следующие режимы труда: посменный, суточный, недельный и годовой.

Посменный предполагает организацию работы в утреннюю, вечернюю и ночную смены. Такой режим используется на предприятии транспорта для работников связанных с перевозочным процессом и техническим обслуживанием подвижного состава, а также для лиц обеспечивающих работы санитарно-технических устройств, энергоснабжения, оборудования зданий, сооружений и услуг.

Суточный режим означает распределение времени по суткам (1 сутки через 3 суток отдыха).

Недельный режим предусматривает число рабочих дней в неделю, пятидневную с двумя выходными днями и шестидневную, с одним выходным днем. Недельный режим применяется в основном для административно-управленческого персонала и служащих. При годовом режиме определяется общая продолжительность работы в течении года. Режим труда и отдыха большинства работников транспорта регламентируется специальными нормативными актами ведомства, где устанавливается продолжительность непрерывной работы до 12 часов.

На железнодорожном транспорте существуют особые работы локомотивных бригад. Для безаварийной работы машиниста очень важно поддерживать необходимый уровень внимания в течении длительного времени. Эта способность определяется в готовности выдерживать высокие информационные нагрузки и эмоциональную устойчивость [5].

Физическая и нервная перегрузка машинистов из-за сверхурочных работ, вызванная простоями и лишним временем пребывания в пунктах оборота. Увеличение продолжительности непрерывной работы локомотивных и поездных бригад свыше установленной по графикам движения поездов не допускается, за исключением случаев стихийных бедствий и чрезвычайных обстоятельств. К последним относятся крушения поездов, аварийные повреждения локомотивов, вагонов, устройств электрификации, сигнализации и связи, пропуск поездов особого назначения, пожары, вызывающие длительный перерыв в движении, внезапная болезнь работника локомотивной или поездной бригады и др.

Транспорт и тем более железнодорожный всегда является кровеносной системой экономики России, поэтому внимание и отношение к этой отрасли должно на наш взгляд иметь приоритетное значение в поступательном развитии государства.

Особенности трудовых отношений лиц поступающих на работу в систему отрасли железнодорожного транспорта общего пользования имеют свои особенности, регулируемые Федеральным законом о железнодорожном транспорте РФ. Лица, принимаемые на работу непосредственно связанную с движением поездов и маневровой работой и работники, выполняющие такую работу, и подвергшиеся воздействию вредных производственных факторов проходят реабилитацию, лечение и оздоровление за счет работодателя. Работники железнодорожного транспорта проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течении трудовой деятельности) медицинские осмотры, а также обязательные предрейсовые или предсменные медицинские осмотры, установленные Федеральными законами, органами исполнительной власти в области железнодорожного транспорта по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области здравоохранения [6].

Работники ответственные за погрузку, крепление грузов в вагонах, контейнерах и выгрузку грузов должны проходить аттестацию на выполнение таких работ.

Таким образом, целью нашей работы является обратить внимание на условия организации и осуществления трудовых функций работников такой важной и сложной отрасли железнодорожного транспорта в процессе перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и оказание услуг в современных условиях.

Список литературы

1. Буралев, Ю. В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся / Ю. В. Буралев. – М: Академия, 2008. – 287 с.
2. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации: федер. закон от 10.01.2003 № 18-ФЗ (ред. от 02.08.2019) // Собрание законодательства РФ. – 2003. – №2. – Ст. 170.
3. Об утверждении Правил оказания услуг по перевозкам на железнодорожном транспорте пассажиров, а также грузов, багажа и грузобагажа для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности: Постановление Правительства РФ от 02.03.2005 № 111 (ред. от 30.04.2019) // Собрание законодательства РФ. – 2005. – № 10. – Ст. 851.
4. Об утверждении Правил перевозок пассажиров, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом: Приказ Минтранса России от 19.12.2013 № 473 (ред. от 09.04.2019) // Российская газета. – 2014. – № 172.

5. Обеспечение безопасности и правопорядка в транспортном комплексе России: Тезисы выступлений на международной научно-практической конференции (4-5 ноября, 2003). – М.: ВНИИ МВД России; ГосНИИАТ, 2003. – 265 с.

6. Охрана труда на железнодорожном транспорте / Под ред. В. С. Крутякова. – М.: Транспорт, 1987. – 312 с.

7. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации: федер. закон от 10.01.2003 № 17 (ред. от 26.07.2019) // Собрание законодательства РФ. – 2003. – № 2. – Ст. 169.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Левин Георгий Иванович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Таможенное дело и право»
ОмГУПС.
Тел.: (3812) 53-58-73.
E-mail: levin.38@list.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Levin Georgy Ivanovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Customs matter and
law» OSTU.
Phone: (3812) 53-58-73.
E-mail: levin.38@list.ru

УДК 351/354

Н. Я. Гарафутдинова, Г. Г. Левкин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ ПЕРСОНАЛА В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНАХ ВЛАСТИ И ОРГАНИЗАЦИЯХ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С НИМИ КАК ЭЛЕМЕНТ СОХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА

В статье рассматриваются правовые основы профессионального развития государственных служащих таможенных органов, а так же новые кадровые технологии, применяемые в системе подготовки государственных служащих таможенных органов, а так же сотрудников предприятий, взаимодействующих с ними по функциональному назначению.

Ключевые слова: профессиональное развитие государственных служащих, наставничество на государственной гражданской службе, стажировка, кадровые технологии, образовательный сертификат.

Natalia Ya. Garafutdinova, Grigory G. Levkin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

NNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF PERSONNEL IN THE FEDERAL AUTHORITIES AND ORGANIZATIONS INTERACTING WITH THEM AS AN ELEMENT OF STORAGE AND REPRODUCTION OF PERSONNEL CAPACITY

The article discusses the legal basis for the professional development of civil servants of customs authorities, as well as new personnel technologies used in the training system for civil servants of customs authorities, as well as employees of enterprises interacting with them for their intended purpose.

Keywords: professional development of civil servants, mentoring in the civil service, internship, HR technology, educational certificate.

Вопросы профессионального развития государственных служащих, особенности правового регулирования прохождения государственной службы, применение новых кадровых технологий являются актуальными направлениями научных исследований.

Указом Президента РФ от 21 февраля 2019 г. № 68 определены приоритетные направления профессионального развития федеральных государственных гражданских служащих. В соответствии с данным документом они включают в себя не только дополнительное профобразование, семинары, тренинги, мастер-классы, конференции, круглые столы, служебные стажировки, но и самостоятельное изучение служащими учебных материалов по соответствующей служебной деятельности тематике, а также дистанционные образовательные курсы [1].

Госслужащие должны расширять свои знания в области противодействия коррупции, совершенствования оказания государственных услуг, развития инструментов государственного регулирования и обеспечения обороны и безопасности страны.

Новой технологией финансового обеспечения обучения в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18.05.2019 г. № 619 является образовательный сертификат, утверждено «Положение о государственном образовательном сертификате на дополнительное профессиональное образование государственного гражданского служащего Российской Федерации». Оно определяет порядок предоставления государственного образовательного сертификата на дополнительное профессиональное

образование государственного гражданского служащего Российской Федерации, форму образовательного сертификата, правила подачи заявления о выдаче образовательного сертификата и правила выдачи образовательного сертификата (его дубликата) [2].

Постановлением Правительства РФ от 18.05.2019 г. № 620 утверждены Правила предоставления из федерального бюджета грантов в форме субсидий организациям, осуществляющим образовательную деятельность в целях возмещения затрат, связанных с обучением федеральных государственных гражданских служащих на основании государственных образовательных сертификатов на дополнительное профессиональное образование [3].

Грант предоставляет финансовое обеспечение затрат на оплату труда, компенсацию затрат на приобретение материальных запасов и движимого имущества, способствует формированию резерва на полное восстановление состава объектов особо ценного движимого имущества, приобретению учебной литературы.

Выбор дополнительной профессиональной программы, подлежащей освоению на основании образовательного сертификата, осуществляется гражданским служащим из перечня дополнительных профессиональных программ, предлагаемых к реализации образовательными организациями, включенными в реестр образовательных организаций, по согласованию с представителем нанимателя или непосредственным руководителем с учетом области и вида профессиональной служебной деятельности гражданского служащего.

Содержание дополнительных профессиональных программ, реализуемых образовательными организациями, включенными в реестр образовательных организаций, должно учитывать квалификационные требования к профессиональным знаниям и умениям, необходимым для исполнения должностных обязанностей, которые устанавливаются в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами субъектов.

Реестр образовательных организаций формируется в подсистеме профессионального развития гражданских служащих федеральной государственной информационной системы «Единая информационная система управления кадровым составом государственной гражданской службы Российской Федерации» и государственных информационных системах в области гражданской службы субъектов Российской Федерации. Включение образовательной организации, реализующей дополнительные профессиональные программы для гражданских служащих в реестр

образовательных организаций, осуществляется Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации или государственным органом по управлению государственной гражданской службой субъекта Российской Федерации на основании заявки образовательной организации.

Еще одним направлением управления персоналом является вступившее в силу постановление Правительства РФ от 18 мая 2019 г. № 618 «Об утверждении Положения о прохождении служебной стажировки государственными гражданскими служащими Российской Федерации» [4].

Согласно документу служебной стажировкой признается мероприятие по обмену опытом, направленное на изучение передового опыта в соответствующей области профессиональной служебной деятельности в целях профессионального развития гражданского служащего.

Определен срок прохождения стажировки – не менее пяти дней и не более шести месяцев (с возможностью его продления или сокращения представителем нанимателя по заявлению служащего). Предусмотрено как индивидуальное прохождение стажировки, так и групповое (не более 20 человек). Установлено, что на период прохождения гражданским служащим служебной стажировки за ним сохраняется замещаемая должность и выплачивается денежное содержание.

Решение о направлении гражданского служащего на служебную стажировку принимает руководитель государственного органа, лицо, замещающее государственную должность Российской Федерации или государственную должность субъекта Российской Федерации, либо представитель указанного руководителя или лица, осуществляющих полномочия нанимателя от имени Российской Федерации или субъекта Российской Федерации.

Решение о возможности проведения служебной стажировки принимает руководитель принимающего государственного органа или уполномоченное им лицо. В соответствии с принятым документом в системе управления персоналом таможенных органов возможно проведение нового качественного уровня работы со служащими, состоящими в кадровом резерве и резерве на выдвижение, что, несомненно, поможет овладеть новыми компетенциями, знаниями, приобрести опыт работы служащим для занятия перспективной должности.

Еще одним новшеством является Постановление Правительства РФ от 07.10.2019 № 1296 «Об утверждении Положения о наставничестве на государственной гражданской службе Российской Федерации» [5]. Определен порядок осуществления наставничества на государственной гражданской

службе РФ. Наставничество осуществляется лицами, имеющими значительный опыт работы в определенной сфере, в целях содействия профессиональному развитию госслужащих, направленному на формирование знаний и умений, необходимых для обеспечения служебной деятельности на высоком профессиональном уровне, и воспитания добросовестного отношения к исполнению должностных обязанностей.

Совершенствованию системы управления персоналом в федеральных органах власти будет способствовать и профессиональное обучение сотрудников предпенсионного возраста. Профессиональное обучение проводится согласно региональной программе «Организация профессионального обучения и дополнительного профессионального образования граждан предпенсионного возраста», которая принята постановлением Правительства Омской области от 30 января 2019 года № 21-п в рамках федерального проекта «Старшее поколение» национального проекта «Демография» [6].

В одном из пунктов данного документа предусмотрено, что средства выделяются на оплату обучения граждан предпенсионного возраста состоящих в трудовых отношениях, по представлению непосредственного работодателя, так и находящихся в поисках работы по следующим причинам:

- оптимизация штатной структуры и отсутствие у работника предпенсионного возраста, необходимой квалификации;
- несоответствие работника требованиям профессиональных стандартов для занятия данной категории должности;
- необходимостью изменить профессию (род занятий) в связи с отсутствием работы, отвечающей имеющейся квалификации;
- утратой способности к выполнению работы по имеющейся квалификации.

Омский государственный университет путей сообщения индивидуально работает с кадровыми службами каждого отдельного органа исполнительной власти в части организации и проведения профессионального обучения сотрудников предпенсионного возраста по перечню профессиональных программ, сформированным для каждого обучаемого индивидуально и с учетом факторов, необходимых для продолжения ими работы, а так же организационно-штатных мероприятий, проводимых в организации по индивидуальным учебным программам.

За 2019 год прошли обучение по индивидуальным программам профессиональной переподготовки «Государственное и муниципальное управление», «Психология», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»,

«Информационные технологии в работе с массивами данных».

В разделы программ профессиональной переподготовки отдельными дисциплинами были включены такие как «Психология государственной и муниципальной службы», «Основы логистики в государственном и муниципальном управлении», «Информационное обеспечение государственного и муниципального управления», «Антикоррупционные технологии на службе», «Профессиональное развитие государственных служащих», что, безусловно, помогло служащим получить новые навыки и компетенции для продолжения работы.

Программа обучения работников предпенсионного возраста, проходящее в рамках федерального проекта «Старшее поколение» и национальной программе «Демография» будет действовать до 2024 года, план по переобучению этой категории работников кадровые службы могут реализовать исходя из этих сроков [7].

Соответственно, для его эффективной реализации важно в период становления данного проекта объединить усилия всех участников данного процесса: таможенные органы; органы исполнительной власти; центры занятости округов и муниципальных районов Омской области, подразделений образовательных организаций (кадровых подразделений, управлений закупок, планово-финансовых служб, подразделений дополнительного образования, кафедр, участвующих в подготовке индивидуальных дополнительных образовательных программ, преподавателей), которые будут задействованы в осуществлении этого процесса для распределения функций и определении взаимодействия за оперативную реализацию данного федерального проекта.

Резюмируя вышеизложенное, представляется важным применять новые технологии управления персоналом в работе федеральных органов власти и предприятий, работающих с ними по выполнению поставленных задач в части совершенствования элементов корпоративной культуры и профессионального развития не только федеральных государственных служащих, специалистов и руководителей предприятий различных форм собственности, а так же использования всего потенциала служащих в качестве эффективного направления реализации национальных проектов на перспективу до 2024 года.

Список литературы

1. О профессиональном развитии государственных гражданских служащих Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21.02.2019 № 68 // Собрание законодательства РФ. 25.02.2019. № 8. Ст. 76.

2. Постановление Правительства РФ от 18.05.2019 г. № 619 Положение о государственном образовательном сертификате на дополнительное профессиональное образование государственного гражданского служащего Российской Федерации.

3. Постановление Правительства РФ от 18.05.2019 г. № 620 «Об утверждении правил предоставления из федерального бюджета грантов в форме субсидий организациям, осуществляющим образовательную деятельность, в целях возмещения затрат, связанных с обучением федеральных государственных гражданских служащих на основании государственных образовательных сертификатов на дополнительное профессиональное образование».

4. Постановление Правительства РФ от 18 мая 2019 г. № 618 «Об утверждении Положения о прохождении служебной стажировки государственными гражданскими служащими Российской Федерации».

5. Постановление Правительства РФ от 07.10.2019 № 1296 «Об утверждении Положения о наставничестве на государственной гражданской службе Российской Федерации».

6. Постановление Правительства Омской области от 30 января 2019 года № 21-п «Об отдельных вопросах организации профессионального обучения и дополнительного профессионального образования граждан предпенсионного возраста» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/review/reg/rlaw/rlaw1722019-02-08.html>.

7. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 296 (ред. от 28.08.2019) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации Социальная поддержка граждан»

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гарафутдинова Наталья Яковлевна
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Таможенное дело
и право» ОмГУПС.
Тел.: 8 913 623 67 77.
E-mail: natali_27omsk@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Garafutdinova Natalia Yakovlevna
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Associate Professor OSTU.
Phone: 8 913 623 67 77.
E-mail: natali_27omsk@mail.ru

Левкин Григорий Григорьевич
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Экономика транспорта,
логистика и управление качеством» ОмГУПС.
Тел.: 8 905 923 84 29.
E-mail: lewkin_gr@mail.ru

Levkin Grigory Grigorievich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Associate Professor OSTU.
Phone: 8 905 923 84 29.
E-mail: lewkin_gr@mail.ru

УДК 656.078.1

Г. Г. Левкин, Я. В. Популов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ АУТСОРСИНГА В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Статья посвящена преимуществам и недостаткам использования концепции аутсорсинга при транспортировке грузов. Особое внимание уделяется аутсорсингу в мультимодальных транспортных системах.

Ключевые слова: логистика, аутсорсинг, транспортировка, предприятие, логистический посредник.

Grigory G. Levkin, Yan V. Populov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING THE OUTSOURCING CONCEPT IN MULTIMODAL TRANSPORT SYSTEMS

The article is devoted to the advantages and disadvantages of using the concept of outsourcing in the transportation of goods. Particular attention is paid to outsourcing in multimodal transport systems.

Keywords: logistics, outsourcing, transportation, enterprise, logistics intermediary.

Одним из направлений совершенствования транспортного обеспечения логистических систем является функциональная и структурная интеграция мультимодальных транспортных систем. Эффективность мультимодальных перевозок обусловлена тем, что с помощью одного вида транспорта невозможно доставить груз «от двери до двери», отдельные географические

объекты недоступны для разных видов транспорта, стремлением перевозчика найти оптимальную транспортную схему, позволяющую доставить товарную партию с наименьшими затратами и без срыва сроков доставки груза, особенно скоропортящегося или ценного.

Целью исследования является выяснение преимуществ и недостатков использования концепции аутсорсинга в мультимодальных транспортных системах.

Для достижения поставленной цели при написании статьи решаются следующие задачи:

определить преимущества и недостатки использования концепции аутсорсинга в мультимодальных транспортных системах;

предложить мероприятия по улучшению процесса взаимодействия аутсорсера с предприятием, занимающимся посреднической логистической деятельностью в мультимодальных транспортных системах.

Объектом исследования являются мультимодальные транспортные системы.

Предметом исследования являются отношения между отправителем груза и логистическими посредниками при транспортировке грузовых единиц в мультимодальном сообщении.

Мультимодальная транспортная система – это система доставки грузов разными видами транспорта на определенных направлениях [1], следовательно, при перевозке грузов в мультимодальном сообщении применяется не менее двух видов транспорта.

В специальной литературе часто обобщаются понятия «мультимодальная перевозка» и «интермодальная перевозка». Анализ специальной литературы и изучение технологии транспортных процессов в практической деятельности показывает, что эти два понятия нельзя считать синонимами.

При интермодальной перевозке лицо, организующее её, несёт ответственность за грузовую единицу на всём пути следования, независимо от количества видов транспорта и посредников [2], мультимодальная перевозка предполагает последовательное перемещение грузовой единицы от перевозчика к перевозчику с последовательной сменой лиц, ответственных за груз.

Для выяснения особенностей взаимодействия между участниками цепи поставок в международном сообщении необходимо последовательное описание каждого из субъектов коммерческих отношений. Ключевыми контрагентами являются продавец и покупатель, которые могут относиться к разным государствам и в разной степени участвовать в организации транспортировки

грузов. Между продавцом и покупателем транспортной цепи размещаются представители видов транспорта, логистические посредники и провайдеры.

Для снижения трудоемкости процессов транспортного обеспечения с использованием интермодальной технологии возможна передача функции транспортировки грузов оператору интермодальной перевозки, с которым заключается договор, а оператор, в свою очередь от своего лица заключает договоры с транспортными компаниями, терминалами и другими коммерческими организациями.

Выяснение особенностей взаимодействия между участниками транспортного процесса при перевозке грузов на дальние расстояния важно как с теоретической, так практической точки зрения для регулирования отношений между продавцом, покупателем, транспортными и логистическими посредниками. Одной из таких форм взаимодействия является логистический аутсорсинг.

В логистической деятельности аутсорсинг предполагает передачу организацией определённых видов или функций предпринимательской или логистической деятельности другой специализированной компании, действующей в профессиональной сфере на основе заранее определенного вознаграждения и долгосрочных договорных отношений [3].

Аутсорсинг – это один из способов оптимизации всех процессов на предприятии за счет концентрации усилий на выполнение основной деятельности и делегировании непрофильных функций сторонним компаниям [4, 5].

Как любое новшество аутсорсинг может нести в себе преимущества и недостатки. Например, привлечение аутсорсеров (исполнителей) может увеличить скорость и качество выполнения операций за счет масштаба деятельности специализированного посредника и использовании инноваций в своей предметной области.

В качестве недостатков при использовании концепции аутсорсинга можно считать риски некачественного выполнения задач, переданных на выполнение другой компании. Кроме того, по собственным утверждениям подрядчик может позиционировать себя как профессионал, но действительное качество услуг можно оценить только после фактического выполнения работы, что связано со специфическими свойствами услуги как особого товара [6].

Кроме того, вполне возможна утечка конфиденциальной информации коммерческой организации, поэтому условия конфиденциальности должны быть прописаны в договоре и официально закреплены. И все же доказать

причастность подрядчика к разглашению внутренней информации заказчика практически невозможно, поэтому риск разглашения коммерческой информации всегда остается.

Для исключения недостатков на предварительном этапе заключения договора можно предложить усовершенствованный подход к выбору аутсорсера, что подразумевает собой анализ транспортных компаний, которые могут выполнять определённые логистические функции. Результатом анализа будет создание рейтинга «аутсорсеров»: международных, внутригосударственных, субъектных, городских логистических посредников.

Создание рейтинга потенциальных посредников снижает риск привлечения некомпетентных и неспособных выполнять переданные на внешнее исполнение аутсорсерам логистические функции и операции [7]. Из года в год ведение рейтинга будет способствовать вытеснению некачественных компаний-аутсорсерам с рынка.

Утечку конфиденциальной информации при работе с аутсорсером невозможно предугадать, но можно закрепить ответственность, к примеру: «Ответственность за материально техническое оборудование» сотрудника на предприятии, также и ввести: «Ответственность за хранение конфиденциальной информации». Необходимо такие пункты указать в коммерческом договоре на оказание услуг между компаниями. Тогда штатные сотрудники и компании-аутсорсеры смогут оценить меру ответственности.

Таким образом, многоуровневая и многоэтапная транспортно-логистическая система с использованием концепции аутсорсинга требует слаженной работы на каждом участке выполнения различных логистических функций и операций. Преимуществами использования концепции аутсорсинга при доставке груза в мультимодальном сообщении является передача определённых видов деятельности сторонней организации для того, чтобы компания могла сконцентрироваться на основной деятельности, а также возможность оптимизации внутренних процессов и минимизации уровня логистических затрат и рисков.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать вывод, что применение концепции аутсорсинга в мультимодальных транспортных системах может иметь положительный экономический эффект за счет концентрации на профильных задачах коммерческой организации, но важно также учитывать и риски некачественного оказания транспортно-логистических услуг.

Список литературы

1. Гринёв, А. А. Мультимодальные перевозки: Конспект лекций / А. А. Гринёв, Н. Ю. Евреенова. – М.: МИИТ, 2013. – 174 с.
2. Никифоров, В. С. Мультимодальные перевозки и транспортная логистика: Учебное пособие / В. С. Никифоров. – Новосибирск: НГАВТ, 1999. – 103 с.
3. Кларенко, О. Г. Логистический аутсорсинг: сущность, значение, современное состояние / О. Г. Кларенко // Современные тенденции развития науки и производства. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2014. – С. 93.
4. Сторожук, В. А. Аутсорсинг как способ минимизации затрат предприятия / В. А. Сторожук // Молодой ученый. – 2016. – №5. – С. 416 – 417.
5. Аникин, Б. А. Аутсорсинг и аутстаффинг: высокие технологии менеджмента: Учебное пособие / Б. А. Аникин, И. Л. Рудая. – М.: Инфра-М, 2006. – 67 с.
6. Календжян, С. О. Аутсорсинг: делегирование полномочий в деятельности компании / С. О. Календжян. – М.: Дело, 2003. – 165 с.
7. Левкин, Г. Г. Контроллинг и управление логистическими рисками: Учебное пособие / Г. Г. Левкин. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 58 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Левкин Григорий Григорьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Экономика транспорта,
логистика и управление качеством» ОмГУПС.
Тел.: 8 905 923 84 29.
E-mail: lewkin_gr@mail.ru

Популов Ян Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Студент ОмГУПС.
Тел.: 89236796755
E-mail: populov_yan@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Levkin Grigory Grigorievich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Associate Professor OSTU.
Phone: 8 905 923 84 29.
E-mail: lewkin_gr@mail.ru

Populov Yan Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Student of OSTU.
Phone: 89236796755.
E-mail: populov_yan@mail.ru

Л. А. Литневский, В. Л. Литневский

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛОГИИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

В статье обсуждается роль аналогий в преподавании курса физики в высших технических учебных заведениях. Предлагается расширить их традиционный перечень для улучшения усвоения более сложных разделов физики, требующих навыков абстрактного мышления.

Ключевые слова: основная задача механики, радиус-вектор, функция распределения.

Leonid A. Litnevsky, Vladimir L. Litnevsky

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ANALOGIES IN THE GENERAL PHYSICS COURSE

The article discusses the role of analogies in teaching physics courses in higher technical educational institutions. It is proposed to expand their traditional list to improve the assimilation of more complex sections of physics that require abstract thinking skills.

Keywords: the main task of mechanics, the radius-vector, distribution function.

Изучение физики и в школе, и в вузе традиционно начинается с раздела «Механика», что совершенно оправдано, поскольку этот раздел наиболее наглядный, хотя и не самый простой. При изучении механики школьники и студенты знакомятся не только с законами механики, но и с основными методами физики, с математическим аппаратом, приобретают навыки решения задач, экспериментальных исследований, работы с теоретическим материалом.

В данной работе мы хотели бы заострить внимание еще на одном, на наш взгляд очень важном аспекте познавательной деятельности обучающихся – на аналогиях. Преподаватели, в отличие от студентов, отлично понимают, что впереди обучающихся ждут все менее наглядные по сравнению с механикой разделы физики, требующие навыков абстрактного мышления, и аналогии с механикой при изучении этих разделов будут весьма полезны.

Ряд аналогий, такие как уравнения динамики и кинематики и энергетические соотношения для поступательного и вращательного движений,

уравнения и законы колебаний различной природы, приводящие в дальнейшем к понятию обобщенных величин, хорошо известны и традиционно используются для облегчения усвоения материала.

Здесь мы хотели бы обсудить аналогии другого уровня, которые могли бы значительно облегчить изучение и понимание таких разделов как молекулярная физика, квантовая физика, физика твердого тела и некоторых других, имея в виду, что для значительной части студентов инженерных специальностей региональных вузов названные разделы представляют значительную трудность.

Изучение механики начинается с формулирования основной прямой (найти положение тела (частицы) в пространстве в любой момент времени, исходя из уравнения движения, в основе которого лежит второй закон Ньютона, и начальных условий) и обратной (найти действующую на частицу силу, если положение частицы в пространстве в различные моменты времени известно) задач механики и их решения.

Напомним, что положение частицы в пространстве определяется радиус-вектором $\vec{r} = \vec{r}(t)$, который эквивалентен функциям координат от времени $x = x(t)$, $y = y(t)$, ..., часто называемым законами движения. Решается прямая задача механики двойным интегрированием уравнения движения с учетом начальных значений координат и проекций скоростей. Если же $\vec{r} = \vec{r}(t)$ или законы движения известны, то обратная задача механики решается двойным дифференцированием названных функций. Кроме этого, из функции $\vec{r} = \vec{r}(t)$ можно получить характеристики, связанные с движением частицы: уравнение траектории, функции от времени скорости и ускорения и его составляющих (тангенциальную и нормальную), импульс, радиус кривизны траектории.

В силу изложенного мы считаем важным подчеркнуть: радиус-вектор, заданный как функция времени, полностью описывает механическое движение материальной точки (или центра масс тела).

Однако в дальнейшем, при изучении различных видов движения, решении стандартных задач, как правило, об основной задаче механики уже не упоминают, то есть формулировка основной задачи механики, по сути, имеет лишь декларативный характер. При этом основные формулы, применяющиеся при решении задач, являются прямым следствием или частными случаями уравнений, связанных с решением основной задачи механики.

На наш взгляд, необходимо в набор стандартных задач включить задачи, связанные с непосредственным решением прямой и обратной задач механики. Студентами должно быть твердо усвоено, что знание радиус-вектора (функции

от времени), описывающего движение частицы, означает, что о движении частицы известно все (именно поэтому задача найти эту функцию является основной).

Необходимо также ясно представлять себе последовательность действий, приводящих от второго закона Ньютона и уравнения движения к нахождению функции радиус-вектора от времени. Более того, студентам необходимо знать, как из радиус-вектора получить законы движения, перемещение, скорость, ускорение, его нормальную и тангенциальную составляющие, импульс, результирующую силу, уравнение траектории, то есть уметь решать не только прямую, но и обратную задачу механики. Именно этот набор умений и общее понимание сути основной задачи механики и ее решения нам представляется очень важным в последующем для построения аналогий в других, более сложных разделах физики.

Аналог основной задачи механики мы усматриваем в элементах статистической физики, которые присутствуют во многих разделах общей физики: в молекулярной физике и термодинамике (распределения Максвелла и Больцмана), в квантовой и атомной физике (плотность вероятности обнаружения частицы в нескольких квантовых системах), в физике твердого тела (распределения Ферми-Дирака и Бозе-Энштейна).

Несмотря на то, что эти законы статистические и описывают явления и процессы, принципиально отличающиеся от механического движения, тем не менее мы полагаем, что будет полезным проследить такой же подход к изучению и описанию этих процессов, который мы обсудили в контексте основной задачи механики. Действительно, целью изучения любого стохастического процесса является поиск функции распределения, которая, подобно радиус-вектору в механике, несет полную информацию об изучаемой статистической системе.

Более того, в названных выше разделах физики функция распределения получается либо из одного из фундаментальных законов природы – распределения Дж. Гиббса (распределения Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Энштейна), либо из уравнения Шредингера, заменяющего в микромире второй закон Ньютона. С другой стороны, зная функцию распределения $f(x)$, можно вычислить несколько первых начальных моментов случайной величины

$$\langle x^k \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x^k f(x) dx, \quad (1)$$

которые позволяют найти различные характеристики статистических систем, такие как среднее значение, которое показывает расположение распределения на числовой оси

$$\bar{x} = \langle x \rangle ; \quad (2)$$

дисперсию, характеризующую разброс случайной величины относительно среднего значения

$$D = \sigma^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2, \quad (3)$$

где $\sigma = \sqrt{D}$ – стандартное отклонение;

коэффициент асимметрии, характеризующий несимметричность распределения относительно среднего значения

$$\gamma_1 = \frac{\langle (x - \langle x \rangle)^3 \rangle}{\sigma^3} ; \quad (5)$$

коэффициент эксцесса, характеризующий остроту пика распределения по сравнению с нормальным распределением (Гаусса)

$$\gamma_2 = \frac{\langle (x - \langle x \rangle)^4 \rangle}{\sigma^4} - 3. \quad (6)$$

Разумеется, что необходимо познакомить студентов с формулами, позволяющими найти моменты и характеристики распределений. Кстати, заметим, что нулевой начальный момент распределения является условием нормировки. Несмотря на то, что эти формулы изучаются в математике, далеко не все студенты умеют легко применить математические знания в физике, поэтому задачи, в которых необходимо найти наиболее вероятные, средние, среднеквадратичные значения, должны быть включены в перечень стандартных задач для разделов, содержащих элементы статистической физики.

И, в заключение, еще один важный аспект. Уже в самых первых вопросах механики школьники и студенты знакомятся с такими понятиями как постоянная скорость и мгновенная скорость при равномерном и неравномерном движении соответственно. Хорошо известно, что в первом случае перемещение вычисляется по простой формуле $\vec{s} = \vec{v}t$, во втором же случае, как минимум, не обойтись без вычисления интеграла

$$\vec{s} = \int_0^t \vec{v}(t') dt'. \quad (7)$$

Применяющиеся при решении задач известные из школьной программы формулы кинематики равноускоренного движения, в которых данный интеграл уже вычислен, к сожалению, играют в обсуждаемом вопросе скорее отрицательную роль, затрудняя понимание различия при оперировании постоянными и переменными величинами.

Применение дифференциального и интегрального исчисления при изучении физики в вузе существенно отличает вузовский курс физики от школьного и является серьезной трудностью для студентов. Различие в работе с постоянными и переменными величинами, очевидно, является универсальным, и рассматривается в десятках вопросов курса, начиная с уже рассмотренного равномерного и неравномерного движений и заканчивая вычислением количества теплоты и изменения энтропии при нагревании кристалла при низких температурах при изучении тепловых свойств твердых тел. Прослеживание данной аналогии в течение всего курса физики поможет студентам гораздо лучше разобраться в огромном числе физических явлений.

Безусловно, природа более разнообразна, чем предложенный в данной работе «линейный» подход к изучению некоторых явлений, и познание природы очень часто к нему не сводится, но нам представляется, что подобные «красные нити», проходящие через весь курс общей физики, могли бы послужить стержнем, на который будет «нанизано» все разнообразие физических законов и явлений.

Список литературы

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5-и т. Т. 1. Механика: Учебное пособие / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2011. – 337 с.
2. Детлаф, А. А. Курс физики: Учебное пособие; 9-е изд., стер. / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М.: Академия, 2014. – 720 с.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов; 11-е изд., стер. / Т. И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Издание 5-е, исправл. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М.: Физматлит, 2006. – 544 с.
5. Физическая энциклопедия / Под ред. А. М. Прохорова. В 5-и т. Т. 4. – М.: Сов. Энциклопедия, 1994.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Литневский Леонид Аркадьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры «Физика и химия» ОмГУПС.
Тел.: +7 913 618 4401.
E-mail: LitnevskyLA@yandex.ru

Литневский Владимир Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры «Физика и химия» ОмГУПС.
Тел.: +7 929 361 5180.
E-mail: vlad.lit@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Litnevsky Leonid Arkad'evich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Physics and
Chemistry» OSTU.
Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences.
Phone: +7 913 618 4401.
E-mail: LitnevskyLA@yandex.ru

Litnevsky Vladimir Leonidovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Physics and
Chemistry» OSTU.
Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences.
Phone: +7 929 361 5180.
E-mail: vlad.lit@bk.ru

УДК 621.336

К. С. Маркелова, О. А. Сидоров, Б. В. Мусаткина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКОСЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В работе рассматриваются экологические аспекты взаимодействия устройств токосъёма монорельсовой транспортной системы. Предложена модель экспериментальной установки для комплексного исследования воздействия токосъемных устройств монорельсового транспорта на природную среду. Показана возможность применения указанной модели для оценки экологичности токосъема других видов электрического транспорта.

Ключевые слова: монорельсовая транспортная система, контроль качества токосъема.

IMPROVEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OF THE INFLUENCE OF MONORAIL TRANSPORT CURRENT COLLECTION DEVICES ON THE ENVIRONMENT

The paper considers the environmental aspects of the interaction of the current collector devices of the monorail transport system. A model of an experimental setup is proposed for a comprehensive study of the impact of current collector devices of monorail transport on the environment. The possibility of using this model to assess the environmental friendliness of the current collection of other types of electric vehicles is shown.

Keywords: monorail transport system, current collection quality control.

Экологичность устройств токосъема наряду с надежностью и экономичностью является одним из составных элементов качества токосъема [1, 2]. При эксплуатации монорельсового транспорта (МТ) возникают негативные факторы, воздействующие на природную среду и население: повышенные уровни шума, электромагнитных полей (ЭМП), УФ-излучений при искрении в зоне скользящего контакта устройств токосъема, повышенная концентрация вредных веществ продуктов износа устройств токосъема в воздухе и почве вблизи трассы монорельсового транспорта. Кроме того, с точки зрения электромагнитной совместимости необходимо учитывать и оценивать влияние электромагнитных полей радиочастотного диапазона, возникающих при токосъеме МТ, на смежные электротехнические устройства.

Ранее проведенные исследования устройств токосъема монорельсового транспорта [3] показали, что генерируемые в скользящем контакте шум, ЭМП, УФ-излучения и износ контактных элементов являются взаимосвязанными явлениями. Частота и интенсивность их проявления зависят от контактного нажатия и степени износа контактных элементов и токопровода, атмосферных условий на трассе МТ (наличия влаги, льда, пыли, фоновых загрязнителей воздуха в зоне контакта), силы тока и скорости движения. Сила нажатия в контакте, сила тока, скорость движения изменяются в определенных пределах и регулируются в процессе эксплуатации электроподвижного состава МТ; атмосферные воздействия в зоне контакта устройств токосъема являются случайными и носят стохастический характер.

В целях обеспечения должного качества токосъема и снижения негативного воздействия МТ на природную среду необходимо:

на регулярной основе контролировать и обеспечивать оптимальный уровень контактного нажатия;

выявлять участки повышенного износа шинпровода на трассе МТ, степень износа контактных элементов и производить их своевременную замену.

Авторами предложено устройство для исследования взаимодействия токоприемника с токопроводом [4], отличающееся от ранее известных тем, что оно дополнено блоками акустического и электромагнитного контроля, выходы которых связаны с блоком обработки данных (рис. 1). Устройство работает следующим образом. Токосъемный элемент 3 токоприемника 2 приводится во взаимодействие с рабочей поверхностью токопровода 4, вертикальные перемещения которого задаются посредством блока имитации колебаний 5 токопровода 4 и копируют его стрелу провеса. Блок имитации колебаний подвижного состава 1 задает перемещения токосъемного элемента 3 токоприемника 2, копируя колебания кузова подвижного состава, возникающие из-за неровностей путевой структуры. Управление блоками имитации колебаний 5 токопровода 4 и колебаний подвижного состава 1 осуществляется с помощью блока управления 7, что позволяет исследовать различные режимы взаимодействия токоприемника 2 с токопроводом 4. Блок управления 7 также осуществляет управление работой блока имитации атмосферных воздействий 6, который позволяет оценивать влияние на качество токосъема различных погодных условий (пыли, влажности и осадков в зоне контакта).

При проведении исследований различных режимов работы системы токосъема с помощью блока акустического контроля 8 осуществляется измерение уровня шума, возникающего при взаимодействии токосъемного элемента 3 токоприемника 2 с токопроводом 4, для чего используются направленный в сторону контакта микрофон 9 и шумомер 10, соединенный с блоком обработки данных 11. С помощью блока контроля электромагнитных излучений 12 осуществляется измерение уровней ЭМП, возникающих при взаимодействии токосъемного элемента 3 токоприемника 2 с токопроводом 4, для чего используются направленная в сторону контакта антенна 13 и измеритель электромагнитных излучений 14, соединенный с блоком обработки данных 11. Блок обработки данных 11, получая сигналы от блоков акустического контроля 8 и контроля электромагнитных излучений 12, обрабатывает их и выдает результаты в виде численных значений уровней шума и электромагнитных излучений. Это позволяет проводить сравнение с

предельно допустимыми уровнями, установленными в нормативных документах, и оценить влияние устройств токосъема электрического транспорта на окружающую среду при различных сочетаниях возникающих в процессе эксплуатации факторов (скорость движения и колебания подвижного состава, стрела провеса токопровода, атмосферные воздействия и т.д.).

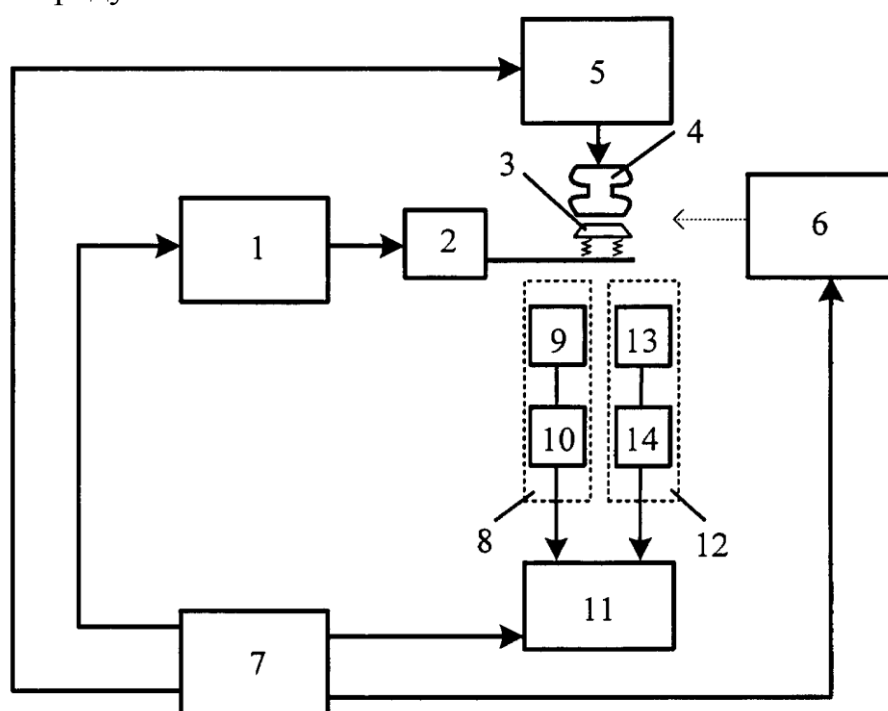


Рисунок 1 – Усовершенствованное устройство для исследования взаимодействия токоприемника с токопроводом

Оперативный одновременный инструментальный контроль интенсивности всей совокупности негативных факторов (шума, электромагнитных полей, ультрафиолетового излучения) с привязкой к конкретным координатам трассы монорельсовой транспортной системы позволит повысить точность выявления, локализацию источников влияния и эффективность мероприятий по защите природной среды и населения от вредных техногенных воздействий МТ. Такую задачу может выполнить мобильный измерительный комплекс (МИК) для контроля факторов негативного воздействия на окружающую среду (рис. 2).

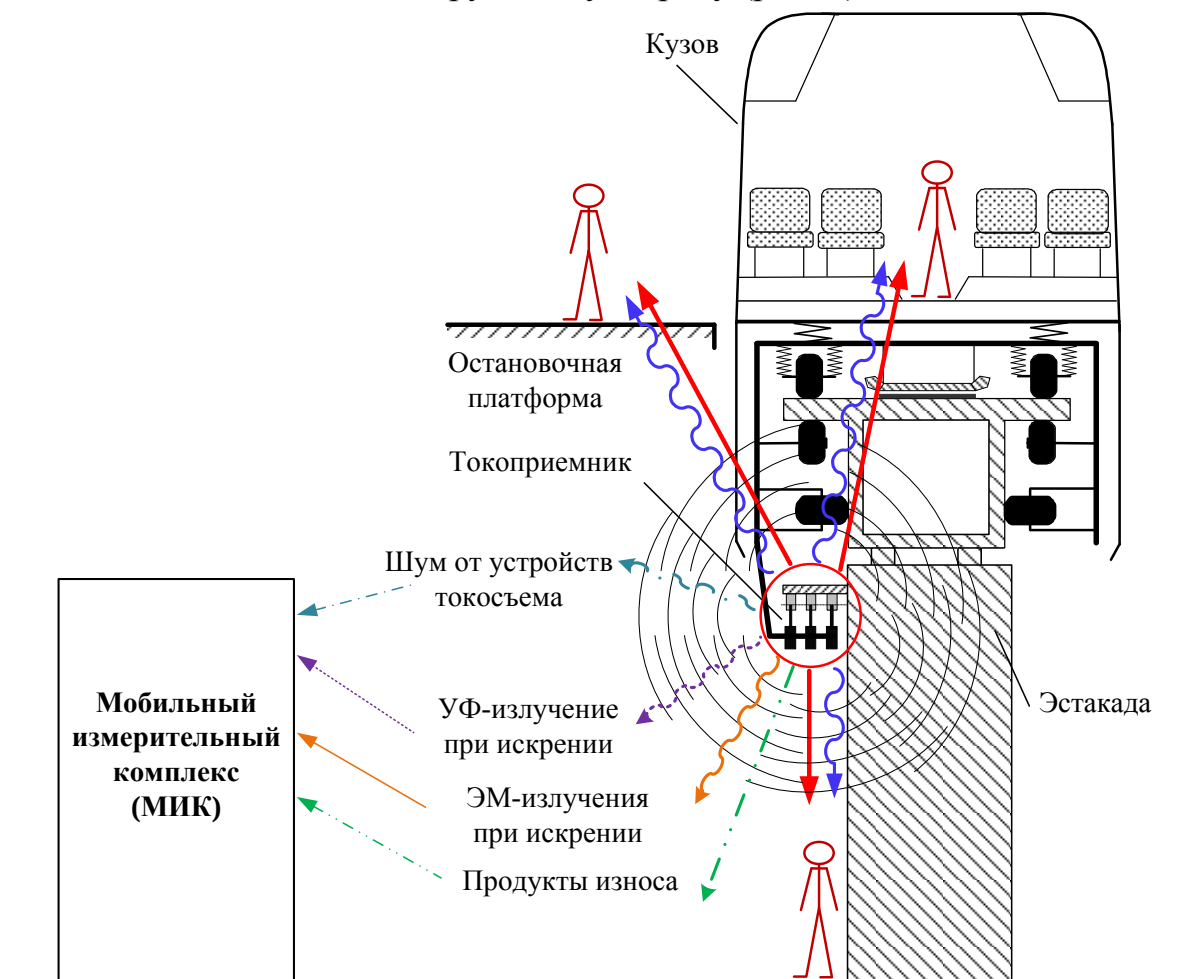


Рисунок 2 – Схема проведения инструментального контроля факторов негативного воздействия устройств токосъема на окружающую среду с использованием мобильного измерительного комплекса

Мобильный измерительный комплекс имеет несколько измерительных блоков, согласующихся с блоком контроля и памяти на базе ПЭВМ (ноутбука): микрофон подключен к измерителю шума с выводом данных на блок контроля и памяти;

комплект антенн, рассчитанный на разные диапазоны частот, подсоединен к блоку измерения ЭМП с выводом данных на блок контроля и памяти;

датчик УФ-излучений подключен к блоку измерения УФ-излучений с выводом данных на блок контроля и памяти через аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

пробоотборник воздуха подсоединен с автоматическим газовым хроматографом, имеющим возможность вывода данных на блок контроля и памяти через АЦП;

устройство определения координат в режиме реального времени с использованием технологии «Глонасс».

Основными преимуществами предлагаемого МИК, позволяющего исследовать комплекс факторов негативного воздействия устройств токосъема на природную среду и разрабатывать эффективные мероприятия по устранению причин их возникновения и/или по снижению интенсивности воздействия, являются:

снижение временных затрат на проведение экспериментальных исследований и обработку данных за счет использования МИК;

снижение затрат на обслуживание устройств токосъема за счет оперативного выявления участков шинпровода и контактных элементов с повышенным износом;

предотвращенный экологический ущерб для природной среды и здоровья населения;

возможность использования МИК для исследований экологичности и качества токосъема других видов электрического транспорта (троллейбусов, трамваев), поскольку аналогичные проблемы имеются и там.

Определение срока окупаемости инвестиций в соответствии с [5, 6] показало, что затраты на создание МИК окупятся через 3 года.

Предотвращенный экологический ущерб для природной среды относится к категории «внешних» социально-экономических эффектов внедрения МИК. В настоящее время в РФ для определения предотвращённого ущерба используется «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба» [6]. Сравнение или суммирование разновременных ущербов следует осуществлять с учетом ставок дисконтирования. К факторам, определяющим величину предотвращенного экологического ущерба при внедрении МИК, относятся снижение выбросов загрязняющих веществ (продуктов износа контактных элементов устройств токосъема) в атмосферу;

снижение загрязненности земель (почвы вблизи трассы МТ) химическими веществами. В расчете величины предотвращенного экологического ущерба в денежном выражении учитываются повышающие коэффициенты, такие, как:

корректировочный коэффициент экологического состояния Московской области в соответствии с прил. 5 [6], равный 2,5, так как оцениваемая территория по экологическому состоянию относится к категории средненарушенных с баллом экологического состояния, равным 3;

коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов России – для г. Москвы равен 1,6 [6];

коэффициенты относительной эколого-экономической опасности загрязняющего вещества или группы веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух (табл. 2, прил. 2 [6]), равные 500 для меди и ее соединений, оксида никеля; 1670 – для шестивалентного хрома; 5000 – для никеля сульфата. Указанные вещества формируются в процессе износа устройств токосъема.

Предотвращенный экологический ущерб для здоровья населения относится к общественным социально-экономическим эффектам внедрения МИК. В настоящее время в РФ отсутствует утвержденная методика оценки экономического ущерба воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье населения. Качественно можно оценить предотвращенный социально-экономический ущерб как снижение потерь, связанных с увеличением заболеваемости населения в зоне влияния источника загрязнения, и затрат на восстановление трудоспособности людей и социальное страхование.

Список литературы

1. Михеев, В. П. Совершенствование систем контактного токосъема с жестким токопроводом: монография / В. П. Михеев, О. А. Сидоров / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2003. – 182 с.
2. Сидоров, О. А. Методы исследования износа контактных пар устройств токосъема монорельсового электрического транспорта: монография / О. А. Сидоров, С. А. Ступаков / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2009. – 155 с.
3. Маркелова, К. С. Методы контроля качества токосъема монорельсового транспорта и его экологических характеристик / К. С. Маркелова, Б. В. Мусаткина // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск: ОмГУПС, 2016. – С. 161 – 167.

4. Пат. RU 2704379 C1. МПК В60L 3/12 (2019.08). Устройство для исследования взаимодействия токоприемника с токопроводом / О. А. Сидоров, И. Е. Чертков, К. С. Маркелова, Б. В. Мусаткина, И. Л. Сая; заявитель и патентообладатель ФБГОУ ВО «Омский гос. ун-т путей сообщения». – № 2019102288; заяв. 28.01.2019; опубл. 28.10.2019. Бюл. № 31.

5. Методика расчета эффективности инноваций на железнодорожном транспорте. – М.: Министерство путей сообщения, 2000. – 64 с.

6. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба (утв. Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды 09.03.1999, с изм. 01.10.2008). – М.: Стандартинформ, 2000. – 86 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маркелова Ксения Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000, Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
E-mail: o-ksana83@mail.ru

Сидоров Олег Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000, Российская Федерация.
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел. (3812) 31-34-36.

Мусаткина Бэла Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000, Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-07-94.
E-mail: iovv@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Markelova Ksenia Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644000, the Russian Federation.
Senior lecturer of Department «Railway transportation Electrical supply» OSTU.
E-mail: o-ksana83@mail.ru

Sidorov Oleg Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644000, the Russian Federation.
Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the department «Railway transportation Electrical supply» OSTU.
Phone: (3812) 31-34-36.

Musatkina Bela Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644000, the Russian Federation.
Senior lecturer of Department «Life Safety and Ecology» OSTU.
Phone: (3812) 31-07-94.
E-mail: iovv@mail.ru

Ю. И. Матяш, Е. М. Кирпиченко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ ИЗМЕНЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИИ
ПО ТОРМОЗНЫМ СИСТЕМАМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

В статье описаны проблемы, связанные с низким качеством сжатого воздуха, используемого на железнодорожном подвижном составе. Предложена установка для установления степени изменения влажности газов от давления потока сжатого воздуха.

Ключевые слова: система осушки, сжатый воздух, влагосодержание, локомотив.

Jury I. Matyash, Evgeniy M Kirpichenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DEGREE OF CHANGE IN WET AIR
PARAMETERS DURING ITS MOVEMENT ON BRAKE SYSTEMS
OF RAILWAY ROLLING STOCK**

The article describes the problems associated with the low quality of compressed air used in railway rolling stock. The installation for updating the degree of humidity change in gases from the pressure of the compressed air flow is proposed.

Keywords: drying system, compressed air, moisture content, locomotive.

В настоящее время на грузовом железнодорожном транспорте в основном применяются пневматические тормоза, а источником сжатого воздуха для организации их работы является воздушный компрессор, устанавливаемый на локомотиве. Современный локомотивный парк ОАО «РЖД» составляет примерно 19 тыс. единиц, в том числе 52% составляют тепловозы и 48% – электровозы, большая часть из них были построены до 2006 года, которые оснащены поршневыми компрессорами типа КТ-6 и КТ-7 [1]. В последнее время, современные грузовые и пассажирские локомотивы оснащены винтовыми компрессорами типа ДЭН-30МО.

Многолетними наблюдениями доказано, что нарушение

работоспособности тормозного оборудования возникает из-за низкого качества очистки сжатого воздуха от водяного пара. Проведенные расследования показали, что из-за низкого качества очистки сжатого воздуха, в летний период года наблюдается конденсация паров воды, которая в тормозных приборах в рабочих элементах тормозного оборудования, вызывает интенсивное образование ржавчины, а в осенне-зимний период – наблюдается перемерзание тормозных магистралей, что ведет к задержкам поездов и увеличением материальных затрат.

Из анализа существующих технических решений следует, что негативное влияние на работоспособность тормозного оборудования основном связано с отсутствием достоверных сведений о характере изменения теплофизических параметров потока сжатого воздуха (T , P и D_s) при его перемещении по тормозным магистралям локомотива и грузовых вагонов, именно это обстоятельство и затрудняет разработку эффективной системы подготовки требуемого качества сжатого воздуха. Для решения поставленной цели в рамках трехстороннего научно-технического сотрудничества между НИИ ТКД, АО НТК «Криогенная техника» и кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство, ОмГУПС» была достигнута договоренность об использовании материально-технических баз АО НТК «Криогенная техника» и НИИТКД для проведения экспериментальных исследований. По методике, разработанной авторами данной статьи, используя технологическое оборудование предприятия АО НТК «Криогенная техника» формировались потоки сжатого воздуха в широком диапазоне изменения давлений, температуры и степени его увлажнения. Принципиальная схема установки, представленная на рис. 1, позволяет формировать и измерять параметры влажного воздуха в широком диапазоне изменения давления (от $0 \div 1,5$ МПа) и температур ($\pm 50^\circ\text{C}$).

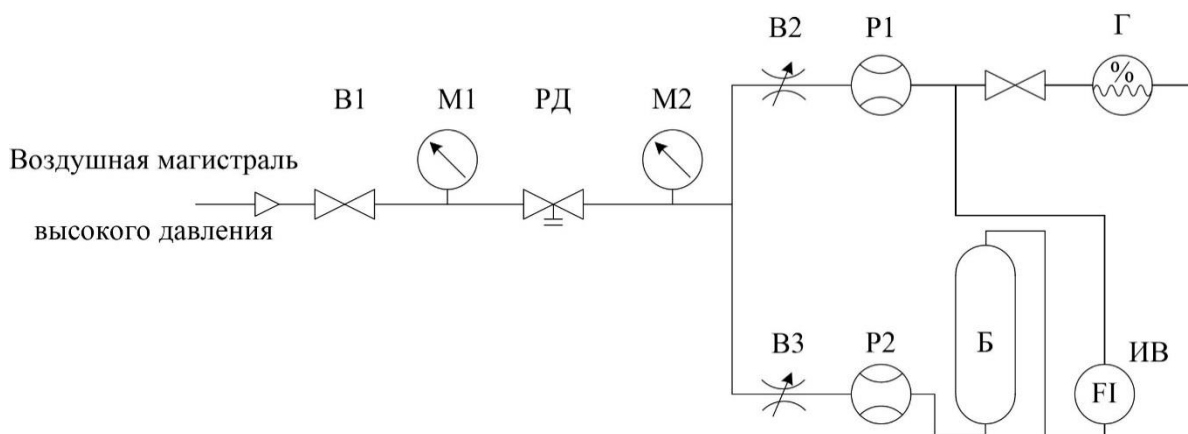


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для формирования потока сжатого воздуха с заданной степенью влажности

Установка включает магистраль высокого давления (МВД), регулятор давления (РД), с манометром М2, класса точности 0,4 и барботёр (Б) для обеспечения требуемой степени увлажнения потока воздуха, которая при заданных значениях давления и температуры достигается путем изменения соотношения потоков сухого и увлажненного воздуха, с помощью вентилей с тонкой регулировки (B_2 и B_3), расход контролируется визуально ротаметрами (P_1 и P_2).

Параметры влажного воздуха на выходе из установки измеряются универсальным датчиком точки росы. Характеристики измерительных приборов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики измерительных приборов

Цифровой манометр LEO 5	Диапазон давления	PR -1...30 бар
	Точность	0,05% ВПИ
	Температура работы	-20...70 °C
	Точность измерения температуры	$\pm 1^\circ\text{C}$
	Точность	$\pm 1\% \text{ p}, \pm 5\% \text{ p}$
Цифровой ротаметр LWGY	Температура работы	-20...110 °C
	Внутренняя резьба	M20×1.5
	Диапазоны измерения	-80...20 °Ctd, -60...30 °Ctd - 20...50 °Ctd 0...100% RH
Датчик точки росы FA 400	Точность	$\pm 1^\circ\text{C}$ при 20...-20°Ctd $\pm 2^\circ\text{C}$ при -20...-50°Ctd
	Рабочее давление	-1...50 бар
	Рабочая температура	-20...50 °C
	Единицы измерения при получении данных с помощью ПО	% RH, °Ctd, г/м ³ , мг/м ³ , ppm V/V

Общий вид экспериментальной установки приведен на рис.2.

Эксперимент проводился следующим образом: после подключения установки к магистрали высокого давления порядка 20 Мпа, которое контролируется с помощью манометра М1. открывается разобщительный кран В1. Обеспечение необходимого давления (порядка 0,9 – 1,3 МПа) сжатого воздуха достигается за счет прохождения через автоматический регулятор давления типа AP-005 с последующим контролем по манометру М2.

Далее тщательно очищенный сжатый воздух разделяется на 2 потока, количество которого изменяется с помощью вентилей регулирования расхода контролируется ротаметрами. Один из потоков, проходя через столб жидкости,

находящейся в сосуде высокого давления (барботёре) получает 100% насыщение и далее смешивается с потоком сухого воздуха, в результате чего на выходе получаем необходимую влажность, степень которой контролируется по датчику точки росы.



Рисунок 2 – Общий вид экспериментальной установки, используемой для формирования потока сжатого воздуха с заданной степенью влажности:

1 – сосуд Дьюара; 2– цифровой термометр; 3 – манометр; 4 – регулятор давления;
5 – вентили тонкой регулировки; 6 – ротаметры; 7 – датчик точки росы

Для обеспечения заданной температуры установка помещается в термокамеру, внутри которой установлен змеевик, подключённый к сосуду Дьюара, заполненный жидким азотом, и нагревательный элемент. При изменении температуры в термокамере ниже заданной прекращается подача азота в змеевик и включается нагревательный элемент, а при изменении температуры в термокамере выше заданной – наоборот. Результаты эксперимента представлены в таблице 2. Таким образом на выходе из первой установки мы получаем параметры сжатого воздуха, соответствующие условиям эксплуатации железнодорожного подвижного состава

Таблица 2

Зависимость влагосодержания сжатого воздуха от температуры

$T, ^\circ\text{C}$ \ D, г/кг	Влагосодержание сжатого воздуха (г.воды/кг.воздуха) при давлении, МПа		
	0,6	0,9	1,3
40	24,0	17,	12,0
30	15,0	10,0	7,5
20	8,6	5,3	4,2
10	4,2	2,9	2,2
0	2,9	1,9	1,4
-10	1,4	0,96	0,07
-20	0,62	0,42	0,03
-30	0,28	0,19	0,014
-40	0,11	0,08	0,006

Установка для определения степени изменения влажности газов от давления потока сжатого воздуха, представленная на рис. 3. состоит из теплообменника типа «труба в трубе» (ТО), винтового детандера (Д), фильтра сепаратора циклонного типа (С) и ресивера (Р). Параметры сжатого воздуха в контрольных точках контролируются при помощи цифровых датчиков точки росы (ДТР) и манометра (М)



Рисунок 3 – Конструктивное исполнение макетного образца для установления степени изменения влажности газов от давления потока сжатого воздуха

Установка работает следующим образом: с заданными входными параметрами сжатый воздух поступает в регенеративный теплообменник, охлаждается и направляется в детандер, где в результате адиабатного расширения с 1,3 МПа до 0,9 МПа, происходит понижение температуры примерно на 30°C и после этого направляется в фильтр-сепаратор, где происходит 99% удаление конденсата.

При данных параметрах, воздух, поступающий в ресивер, является

переосушенным (равновесное влагосодержание осушенного потока снизится примерно в двадцать раз), что исключает дальнейшее образование конденсата.

В ходе обработки экспериментальных данных получено аналитическое выражение [3], позволяющее в диапазоне изменения давлений и температур, характерных для эксплуатации железнодорожного транспорта обеспечивать точность расчетов с погрешностью не более 8 %.

Таблица 3

Сравнение расчетных и экспериментальных данных по изменению влагосодержания жатого воздуха

Т _{ос} , °С	Влагосодержание сжатого воздуха (г.воды/кг.воздуха) при давлении, МПа									
	0,1	0,6			0,9			1,3		
	табл.	расч.	факт.	Δ%	расч.	факт.	Δ %	расч.	факт.	Δ %
40	130	22,0	24,0	8,3	16,0	17,	6,9	11,0	12,0	8,5
30	80	14,0	15,0	6,7	9,4	10,0	7,0	6,8	7,5	4,0
20	45	8,0	8,6	7,0	5,2	5,3	2,0	4,0	4,2	5,0
10	22	4,0	4,2	4,8	2,8	2,9	3,5	2,1	2,2	5,0
0	15	2,7	2,9	7,0	1,8	1,9	5,2	1,5	1,4	6,0
-10	7,5	1,3	1,4	7,0	0,92	0,96	4,2	0,067	0,070	5,0
-20	3,2	0,6	0,62	3,0	0,40	0,42	4,8	0,03	0,03	0,0
-30	1,5	0,26	0,28	7,0	0,18	0,19	5,2	0,013	0,014	7,0
-40	0,64	0,1	0,11	9,0	0,075	0,08	6,5	0,006	0,006	0,0

Таким образом внедрение данной установки на подвижном составе железнодорожного транспорта за счет повышения качества сжатого воздуха позволит повысить надежность тормозного оборудования.

Список литературы

1. Четвергов, В. А Техническая диагностика локомотивов / В. А. Четвергов, С. М. Овчаренко, В. Ф. Бухтеев – М.: УМЦ ЖДТ, 2015. – 370 с.
2. Пат. 170763 Российская Федерация, МПК В60Т 17/02, В60Т 13/26. Устройство для подготовки сжатого воздуха в тормозной системе локомотивов [Текст] / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВО «ОмГУПС». - N 2016115419; заявл. 20.04.16; опубл. 05.04.2017, Бюл. N 13. – 3 с.: ил.

3. Матяш, Ю. И. Усовершенствованная система очистки сжатого воздуха / Ю. И. Матяш, Е. М. Кирпиченко / Вагоны и вагонное хозяйство. – 2016. – № 2(46). – С. 36 – 38.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Матяш Юрий Иванович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Доктор технических наук, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС.

Тел: +7-906-918-56-17.

E-mail: vvuh@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Matyash Jury Ivanovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Doctor of Technical Sciences, the professor of the departament «Railway cars and car enterprise» OSTU.

Phone: +7-906-918-56-17.

E-mail: vvuh@omgups.ru

Кирпиченко Евгений Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС.

Тел: +7-950-334-53-67.

E-mail: KirpichenkoEM@omgups.ru,
eugene_1976@bk.ru

Kirpichenko Evgeniy Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Teacher of the department «Railway cars and car enterprise» OSTU.

Phone: +7-950-334-53-67.

E-mail KirpichenkoEM@omgups.ru,
eugene_1976@bk.ru

УДК 629.46

В. А. Михеев, О. С. Томилова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПОЛУВАГОНОВ В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ

В статье рассмотрен вопрос влияния инновационных вагонов на укрупненные показатели высокопроизводительного использования подвижного состава в грузовом движении. Приведены конструкционные преимущества инновационных грузовых вагонов. Сформированы комплексные системы показателей эффективности инновационных вагонов, обеспечивающие совокупный мультипликативный эффект роста производительности грузового подвижного состава. Показаны результаты модельных расчетов изменения показателей производительности подвижного состава от эксплуатации инновационных полувагонов в грузовом движении за один технологический цикл.

Ключевые слова: грузовой вагон, локомотив, вес поезда брутто, среднесуточный пробег, среднесуточная производительность.

Vladislav A. Mikheyev, Olga S. Tomilova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

METHOD FOR CALCULATING THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INNOVATIVE CARS OPERATION IN FREIGHT TRAFFIC

The article consider the question of the innovation cars influence on the enlarged indicators of high-performance use of the cargo movement rolling stock. Constructional advantages of the innovation freight cars are given. Created the complex systems of freight rolling stock efficiency indicators of the innovation cars providing aggregate multiplicative effect of increase in productivity. Presents the results of model calculations of the rolling stock productivity indicators change from operation for one production cycle of innovation cars in the cargo movement.

Keywords: freight car, locomotive, train weight gross, average daily run, average daily productivity.

Задача повышения резервов пропускной способности железных дорог и эффективного их использования была и остается актуальной, причем по многим направлениям резервы фактически исчерпаны. В таких условиях для решения поставленной задачи особо важно использовать технические и технологические подходы, которые дают наибольший мультипликативный эффект в росте производительности подвижного состава. Наиболее предпочтительным, в этом смысле, является путь интенсивного развития с внедрением и активным использованием инновационного подвижного состава в грузовом движении, позволяющим повысить показатели производительности в рамках существующих ограничений железнодорожной инфраструктуры [1].

Решение задачи повышения производительности подвижного состава за счет инновационных вагонов заключается в мультипликативном эффекте от снижения массы тары вагонов, увеличения вместимости кузова, расширения диапазонов допустимых осевых нагрузок и скоростей движения [2].

Конструкционные преимущества инновационных вагонов представлены на рис. 1.

Очевидно, что полная реализация всех потенциальных возможностей повышения производительности грузового подвижного состава, посредством эксплуатации инновационных вагонов, требует глубокой структурированной

оценки влияния ключевых интенсивных факторов от их внедрения с соответствующим методическим сопровождением и моделированием.



Рисунок 1 – Конструкционные преимущества инновационных вагонов

Таким образом, увеличение массы состава грузового поезда образуется комплексной системой показателей эффективности инновационных вагонов:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{\rightarrow min}^{\Pi} = \frac{V_{\Pi const}}{V_{\Pi \rightarrow max}^H}; \\ k_{\rightarrow max}^T = \frac{T_{const}}{T_{\rightarrow min}^H}; \\ p_o = \frac{P^H + T^H}{n} \leq p_o^{доп}; \\ q = \frac{P^H + T^H}{2L} \leq q^{доп}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где $k_{\rightarrow min}^{\Pi}$ – коэффициент соотношения использования вместимости инновационного вагона и вагона-аналога; $k_{\rightarrow max}^T$ – коэффициент соотношения массы тары инновационного вагона и вагона-аналога; $V_{\Pi const}$, $V_{\Pi \rightarrow max}^H$ – удельный погрузочный объем вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, м³/т; T_{const} , $T_{\rightarrow min}^H$ – масса тары вагона-аналога и инновационного вагона соответственно, т; p_o , $p_o^{доп}$ – осевая нагрузка инновационного вагона и допустимая осевая нагрузка соответственно, тс/ось; P^H – грузоподъемность инновационного вагона, т; n – число осей; q , $q^{доп}$ – погонная нагрузка брутто инновационного вагона и

допустимая погонная нагрузка соответственно, тс/м; $2L$ – длина вагона по осям сцепления, м.

Комплекс показателей, приведенный в выражении (1), направлен на обеспечение высокопроизводительной перевозки различных родов грузов в заданных объемах без высокочрезмерной и низкорентабельной модернизации существующей сети. Оптимизируемыми параметрами при этом выступают средний состав поезда и средняя статическая нагрузка, что обуславливается увеличением использования инновационного грузового вагона по мощности и грузоподъемности. С учетом роста осевых и погонных нагрузок, в пределах допустимых инфраструктурой значений, это может дать суммарный эффект в увеличении провозной способности от 6,5 % и выше [3, 4].

Целевое изменение веса поезда с инновационными вагонами определится по формуле:

$$\Delta Q_{\rightarrow \max}^6 = \gamma_{\rightarrow 1}^H n_{const}^H q_{\rightarrow \max}^H \frac{1}{k_{\rightarrow \min}^H} + \gamma_{\rightarrow 1}^H n_{const}^H q_{\rightarrow \min}^T \frac{1}{k_{\rightarrow \max}^T}; \quad (2)$$

при этом

$$k_{\rightarrow \min}^Q = \frac{Q_{\rightarrow \min}^T}{Q_{\rightarrow \max}^6}, \quad (3)$$

где $\gamma_{\rightarrow 1}^H$ – доля инновационных вагонов в структуре состава поезда; n_{const}^H – состав поезда, вагоны; $q_{\rightarrow \max}^H$ – полезная масса груза в составе, тс; $q_{\rightarrow \min}^T$ – масса тары в составе, тс; $k_{\rightarrow \min}^Q$ – коэффициент соотношения веса нетто поезда к весу брутто; $Q_{\rightarrow \min}^T$, $Q_{\rightarrow \max}^6$ – вес поезда нетто и брутто соответственно, тс.

Ключевым фактором, оказывающим влияние на среднесуточный пробег локомотива является участковая скорость движения [5].

На сегодняшний день средняя участковая скорость составляет 37,1 км/ч, в то время как техническая скорость – 46,3 км/ч [6]. Большая часть технических возможностей роста участковой скорости теряется из-за простоев и задержек поездов на станциях и перегонах, а также потерь времени от низкопроизводительных погрузочно-разгрузочных работ.

Общие вагоночасы производственного цикла инновационного вагона определяются по элементам рабочего времени:

$$\Sigma nt_{\rightarrow \min}^0 = \Sigma nt_{\rightarrow \min}^{ДВ} + \Sigma nt_{\rightarrow \min}^{тех} + \Sigma nt_{\rightarrow \min}^{ГР}, \quad (4)$$

где $\Sigma nt_{\rightarrow min}^{дв}$ – вагоночасы в движении; $\Sigma nt_{\rightarrow min}^{тех}$ – вагоночасы нахождения на станциях и перегонах; $\Sigma nt_{\rightarrow min}^{гр}$ – вагоночасы простоя под грузовыми операциями.

В результате, увеличение участковой скорости образуется следующей комплексной системой показателей эффективности от использования инновационных вагонов:

$$\begin{cases} k_{\rightarrow max}^{\Delta V_y} = k_{\rightarrow 1}^{V_y} \frac{V_T}{V_{доп}} \left(1 - \frac{V_{доп}}{V_{доп}^H} \right); \\ k_{\rightarrow 1}^{V_y} = \frac{V_{y \rightarrow max}^H}{V_T}; \\ t_{гр}^H \leq t_{гр}; \\ p(t)^H \rightarrow 0,98, \end{cases} \quad (5)$$

где $k_{\rightarrow max}^{\Delta V_y}$ – коэффициент изменения участковой скорости; $k_{\rightarrow 1}^{V_y}$ – коэффициент участковой скорости; $V_{y \rightarrow max}^H$, V_T – участковая и техническая скорость движения соответственно, км/ч; $V_{доп}$, $V_{доп}^H$ – допускаемая скорость движения грузового поезда с вагонами-аналогами и инновационными вагонами соответственно, км/ч; $t_{гр}$, $t_{гр}^H$ – норма простоя вагонов под грузовыми операциями и простой инновационного вагона под грузовыми операциями соответственно, ч; $p(t)^H$ – эксплуатационная вероятность безотказной работы инновационного грузового вагона.

Целевое изменение среднесуточного пробега локомотива определится по формуле:

$$\Delta S_{\rightarrow max}^{\Pi} = \frac{24}{\frac{1}{V_{\rightarrow max}^y} + \frac{t_{const}^{\Pi}}{L_y}} \quad (6)$$

где $V_{\rightarrow max}^y$ – участковая скорость, км/ч; t_{const}^{Π} – нормативные простои локомотива, ч; L_y – протяженность участка, км.

С учетом выражений (2) и (6) определяется целевое изменение среднесуточной производительности подвижного состава:

$$\Delta W_{\rightarrow max}^{\Pi} = \frac{W^{\Pi}}{Q^{\delta}} \Delta Q_{\rightarrow max}^{\delta} + \frac{W^{\Pi}}{S^{\Pi}} \Delta S_{\rightarrow max}^{\Pi}. \quad (7)$$

Слагаемые, входящие в выражение (7), отражают влияние двух результирующих эксплуатационных показателей на среднесуточную производительность подвижного состава в грузовом движении. Первое слагаемое показывает эксплуатационный эффект от повышения веса поезда брутто, второе – от повышения среднесуточного пробега локомотива [7].

Модельные расчеты мультипликативного эффекта от эксплуатации инновационных полувагонов в грузовом движении за один технологический цикл представлены на рис. 2.

Таким образом, эксплуатация инновационных грузовых вагоны оказывает интенсивное влияние на формирование показателей производительной работы подвижного состава в грузовом движении в условиях существующей инфраструктуры. Фиксируемый модельными расчетами положительный эффект обеспечивается совокупным ростом массы состава поезда и увеличением среднесуточного пробега при совместным действием комплексных систем показателей эффективности инновационных вагонов, приведенных в выражениях (1) и (5).



Рисунок 2 – Изменение показателей производительности подвижного состав

Итогом служит высокопроизводительное использование вагонного и локомотивного парков с сопутствующим ростом резервов провозной и пропускной способности сети железнодорожных линий ОАО «РЖД».

Список литературы

1. Лапидус, Б. М. Отраслевая технологическая платформа «высокопроизводительный грузовой подвижной состав» – путь к использованию резервов провозной способности железных дорог / Б. М. Лапидус, А. М. Соколов // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта / Российский ун-т транспорта. – М. – 2011. – № 4. – С. 3 – 8.
2. Валеев, Н. А. Критерии эффективности использования локомотивного парка / Н. А. Валеев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» / Корпоративный ун-т ОАО «РЖД». – М. – 2015. – № 2. – С. 37 – 43.
3. Курбасов, А. С. Социальная значимость железных дорог России: потребности и возможности / А. С. Курбасов // Транспорт Российской Федерации / Российский ун-т транспорта. – М. – 2009. – № 3-4 (22-23). – С. 58 – 60.
4. Параметры инновационных вагонов и некоторые проблемы их реализации / В. Н. Филиппов, А. В. Смольянинов [и др.] // Транспорт Урала / Уральский гос. ун-т путей сообщения. – Екатеринбург. – 2017. – № 1 (52). – С. 25 – 31.
5. Лакин, И. К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта / И. К. Лакин // Наука и Транспорт / Российский ун-т транспорта. – М. – 2007. – № 1 (1). – С. 60 – 63.
6. Эксплуатация электровозов: Конспект лекций / Под ред. Ю. Н. Виноградова / Уральский гос. ун-т путей сообщения. – Екатеринбург, 2007. – 109 с.
7. Исаков, М. П. Анализ эксплуатационных показателей полигонов / М. П. Исаков // Мир Транспорта / Российский ун-т транспорта. – М., 2014. – № 5. – С. 162 – 166.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Михеев Владислав Александрович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
К.т.н., доцент, доцент кафедры «Вагоны и
вагонное хозяйство» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-06-72.
E-mail: Mischeev_V_A@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikheyev Vladislav Aleksandrovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
PhD, Docent at the Department of «Cars and
carriage economy» OSTU.
Phone: (3812) 31-06-72.
E-mail: Mischeev_V_A@mail.ru

Томилова Ольга Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

К.т.н., доцент, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-72

E-mail: Motovilova@yandex.ru

Tomilova Olga Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

PhD, Docent at the Department of «Cars and carriage economy» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-72.

E-mail: Motovilova@yandex.ru

УДК 621.336

Б. М. Москалюк, О. А. Сидоров, И. Е. Чертков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТОКОПРИЕМНИКОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье проведен анализ предохранительных устройств токоприемников электроподвижного состава, на основании которого составлена их классификация с учетом особенностей их реализации и работы. Отмечены перспективные направления развития предохранительных устройств токоприемников и намечены пути их совершенствования.

Ключевые слова: токоприемник, предохранительное устройство, устройство аварийного опускания, электроподвижной состав, контактный провод.

Boris M. Moskayuk, Oleg A. Sidorov, Ivan E. Chertkov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ANALYSIS OF SAFETY DEVICES OF CURRENT COLLECTORS OF ELECTRIC ROLLING STOCK

The article analyzes the safety devices of current collectors of electric rolling stock, on the basis of which their classification is made taking into account the features of their implementation and operation. Perspective directions of development of safety devices of current collectors are marked and ways of their improvement are outlined.

Keywords: current collectors, safety devices, auto drop device, electric rolling stock, catenary wire.

Причинами повреждений устройств системы токосъема является ненадлежащий контроль за работой и состоянием элементов контактной сети и токоприемников во время технических осмотров, регулировки, настройки после ремонта и во время эксплуатации. На контактной сети могут возникнуть следующие нарушения: зажим, находящийся ниже уровня контактного провода, незакрепленный ограничитель подъема на воздушных стрелках, раскрывшийся фиксатор, оборванная струна, разрегулировка изолированной вставки и зигзага контактного провода; со стороны токоприемника могут возникнуть следующие нарушения: неправильная работа механизма подъема и опускания, ослабленное крепление основания токоприемника из-за постоянных вибраций от корпуса электроподвижного состава, нарушение работы узлов и целостности системы подвижных рам, демпфирующих устройств [1]. Нарушения работы устройств контактной сети приводят к образованию препятствий, находящихся ниже уровня высоты контактного провода, вследствие чего, о них ударяется рабочий токоприемник при движении электроподвижного состава, а также сходу контактного провода с полоза токоприемника, что влечет его подъем на высоту выше уровня контактного провода и обрывает струны контактной подвески. Работа неисправного токоприемника является причиной ударов при его подъеме о контактный провод, вследствие чего, происходит механическое повреждение контактных вставок токоприемника и контактного провода.

Для локализации аварийных ситуаций, возникающих при токосъеме, используют предохранительные устройства токоприемников, относящиеся к дополнительным элементам [2]. Они служат для сохранения работоспособности устройств контактной сети и токоприемников и минимизируют последствия аварийных ситуаций с предотвращением отказа, что позволяет уменьшить время и экономические затраты для восстановления рабочего состояния системы токосъема. Предохранительные устройства могут быть встраиваемыми в узлы токоприемника, или внешними, устанавливаемыми на крыше электроподвижного состава.

В настоящее время существуют различные предохранительные устройства, параметры которых не должны проявлять себя отрицательно в установившемся режиме, не мешать нормальному процессу токосъема и эффективно срабатывать при возникновении аварийных ситуаций. Из-за их конструктивного разнообразия и принципиального различия в работе была составлена классификация данных устройств, по различным классификационным признакам (рис. 1).

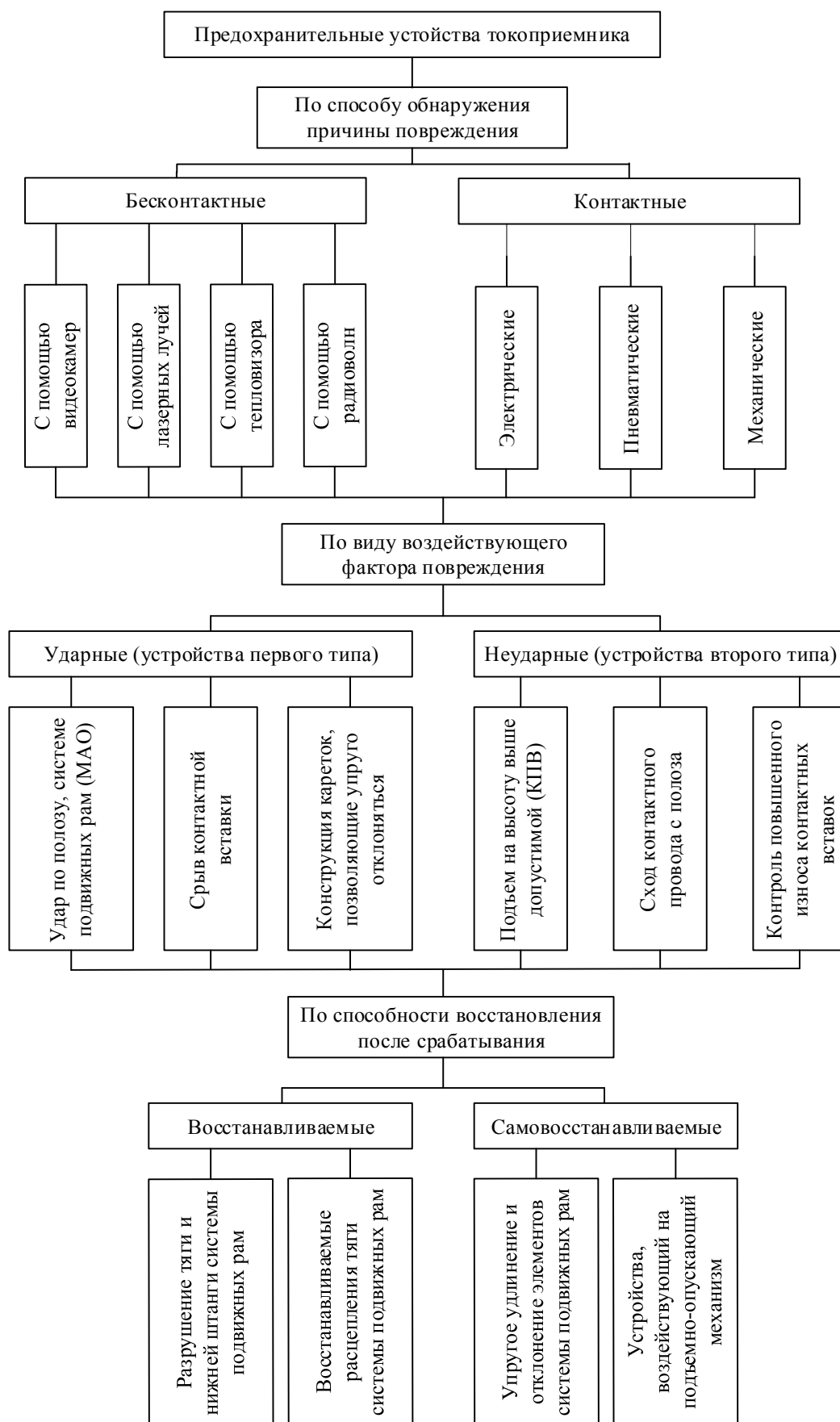


Рисунок 1 – Классификация предохранительных устройств токоприемников

С развитием токоприемников и их совершенствованием, также менялись и механизмы предохранительных устройств. Больше внимание уделяли контактным предохранительным устройствам из-за простоты реализации конструкции и принципа работы механизма, который состоял в том, что устройство должно срабатывать при непосредственном возникновении контактной ударной силы. На токоприемниках с пружинным механизмом подъема и опускания применялись механические конструкции данных устройств. Зачастую, они не имели механизма возврата в исходное положение, поэтому, если происходило срабатывание предохранительного устройства, то токоприемник опускался и поднять его в рабочее положение можно было только в условиях депо или пунктов технического обслуживания локомотивов, что являлось огромным недостатком. Примером таких устройств служит расцепляемая синхронизирующая тяга, где местом расцепления выступал деревянный штифт или трубка с шариком, при воздействии на которого происходило его выдавливание.

Бесконтактные устройства имеют преимущество по сравнению с контактными в том, что позволяют заранее обнаружить препятствие на контактной подвеске и подать команду на опускание токоприемника, что позволяет предотвратить аварийную ситуацию. Однако, широкого распространения такие устройства не получили ввиду невозможности применения при больших скоростях движения подвижного состава, а также дороговизны и сложности обслуживания.

Большое распространение получили самовосстанавливающиеся предохранительные устройства, срабатывающие при наезде токоприемника на препятствие или при подъеме на недопустимую высоту и позволяющие возвращаться в исходное состояние без захода электроподвижного состава в депо. Отличительной особенностью этих устройств, в сравнении с восстанавливаемыми является наличие механизма возврата в исходное положение, в то время как восстанавливаемые необходимо восстанавливать вручную. Они подразделяются на две группы [3]:

1) ударные (устройства первого типа) – для защиты от повреждений токоприемника и контактной сети при наезде на препятствие. К данному типу относят устройства аварийного опускания, полоза токоприемников, оснащенные возможностью срыва контактной вставки при ударе, специальные конструкции кареток, имеющие увеличенную характеристику продольной жесткости и др.;

2) неударные (устройства второго типа) – для защиты токоприемника от

поднятия на высоту более допустимой при наезде на участок, где отсутствует контактная сеть, по причине окончания зоны контактной подвески, а также при обрыве контактного провода и/или его выносе за пределы рабочей поверхности токоприемника. К данному типу относят клапан предельной высоты, устройства, препятствующие сходу контактного провода с полоза токоприемника, приборы, контролирующие состояние износа контактных вставок и при их критическом изнашивании, устройство сигнализирует машиниста о сильном износе контактной вставки токоприемника, для того чтобы его сменить.

Согласно ГОСТ 32204-2013 [4] все новые токоприемники, эксплуатируемые на электроподвижном составе со скоростями движения свыше 160 км/ч, оснащаются устройствами аварийного опускания. Время срабатывания таких устройств не должно превышать 2 с, в течении которых токоприемник должен опуститься на 300 мм от контактного провода. Применение самовосстанавливаемых устройств аварийного опускания пневматического типа, обусловлено их практичностью связи с системой управления токоприемника, которая реализуется при помощи пневмосистемы.

Защита токоприемников от ударных воздействий необходима для обеспечения надежного и качественного токосъема. Предохранительные устройства должны интегрироваться в устройства токоприемника и не мешать их работе, необходимо учитывать стандартное трение между контактными вставками и контактным проводом и элементами контактной сети с целью исключения ложного срабатывания устройств.

Список литературы

1. Чертков, И. Е. Защита токосъемных устройств от продольных динамических возмущений [Текст]: Дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Чертков Иван Евгеньевич. – Омск, 2005. – 136 с.
2. Михеев, В. П. Контактные сети и линии электропередачи [Текст] / В. П. Михеев – М.: Маршрут, 2003. – 416 с.
3. Попов, П. В. Устройства защиты токоприемников. Особенности конструкции и применения [Текст] / П. В. Попов, Т. А. Ецков // Вестник ВЭЛНИИ / Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт электровозостроения. – Новочеркасск. – 2014. – № 1 (67). – С. 21 – 27.
4. ГОСТ 32204-2013. Токоприемник железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 24 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Москалюк Борис Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-46.
E-mail: MoskalyukBM@omgups.ru.

Сидоров Олег Алексеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-46.
E-mail: SidorovOA@omgups.ru.

Чертков Иван Евгеньевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-34-46.
E-mail: ChertkovIE@omgups.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Moskalyuk Boris Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Postgraduate student of the Department «
Electricity railway transport» OSTU.
Тел.: (3812) 31-34-46.
E-mail: MoskalyukBM@omgups.ru.

Sidorov Oleg Alekseevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Head of the department of « Electricity railway
transport» OSTU.
Phone: (3812) 31-34-46.
E-mail: SidorovOA@omgups.ru.

Chertkov Ivan Evgenyevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Associate Professor of the Department «
Electricity railway transport» OSTU.
Phone: (3812) 31-34-46.
E-mail: ChertkovIE@omgups.ru.

УДК 372.881: 378.663

Е. С. Назаренко

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИНГВОСАМООБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

В статье охарактеризована значимость непрерывного лингвистического преподавателей иностранных языков, указывается, что лингвосамобразовательная деятельность эффективно может быть реализована путём выстраивания индивидуальной образовательной траектории, проанализированы подходы и механизмы разработки индивидуальной лингвосамобразовательной траектории. Указана важность применения

современных информационных технологий при занятии лингвосамообразовательной деятельностью.

Ключевые слова: самообразование, профессиональная деятельность, индивидуальные образовательные траектории.

Elena S. Nazarenko

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

THE FORMATION OF A LINGVO-SELF-EDUCATIONAL TRAJECTORY IN THE PROCESS OF PREPARATION OF TEACHERS OF FOREIGN LANGUAGES

The article describes the importance of continuous linguistic teachers of foreign languages, points out that linguo-self-education activities can be effectively implemented by building an individual educational trajectory, and approaches and mechanisms for developing an individual linguo-self-education trajectory are analyzed. The importance of using modern information technologies when engaging in linguistic and self-educational activities is indicated.

Keywords: self-education, professional activity, individual educational trajectories.

Постоянно изменяющиеся требования к уровню и качеству подготовки специалистов, усиливающаяся роли индивидуальной личности в обществе, интеллектуализация труда, быстрая смена техники и технологий предусматривает замену парадигмы «образование на всю жизнь» на формулу «образование через всю жизнь» с целью «устранения функциональной неграмотности, то есть неспособности работника или гражданина эффективно выполнять свои профессиональные или социальные функции, несмотря на полученное образование» [1]. В этой связи становится актуальной проблема подготовки специалистов, способных к самообразованию, а для преподавателя иностранных языков – лингвистической самообразования, реализуемого за счет личной активности - социальной мобильности, творческой и интеллектуальной активности в условиях непрерывной модернизации профессиональной деятельности. Действенным инструментом лингвосамообразовательной деятельности является построение и реализация индивидуальной лингвосамообразовательной траектории.

В современном информационном обществе традиционная модель обучения иностранному языку, когда знания передаются непосредственно от

одного субъекта к другому, активно устаревают. В современных условиях целесообразнее применять модель обучения, при которой обучающийся самостоятельно обрабатывает информацию, превращает ее в знания и конструирует их на основе уже имеющихся. Поэтому процесс формирования готовности к лингвосамообразованию предусматривает накопление и совершенствование студентами опыта автономной лингвосамообразовательной деятельности, который связан с активным освоением таких важных для лингвосамообразования функций, как:

- целеполагание - умение самостоятельно ставить перед собой промежуточные и конечные цели лингвосамообразования и устанавливать временные рамки, чтобы контролировать и, при необходимости, корректировать темп и эффективность продвижения к цели;

- планирование - умение определять конечные сроки достижения целей, а также промежуточных сроков, когда обучающийся сможет проверить, насколько он продвинулся на пути к поставленной цели, осуществить анализ ситуации и всех факторов, способствующих или препятствующих достижению данных целей, составить список возможных вариантов воплощения целей, наметить конкретный поэтапный план действий для достижения поставленных целей с установкой временных рамок и методик контроля достижений; умение учитывать и преодолевать возможные осложнения во время осуществления деятельности по лингвосамообразованию;

- рефлексия и самооценка собственной лингвосамообразовательной деятельности и ее результатов (постоянный анализ своей деятельности с целью выявления тех элементов, которые требуют совершенствования; самоанализ, самоотчет и самоанализ по результатам сделанного за день, неделю, месяц, год с точки зрения продвижения в саморазвитии).

Таким образом, имеет место постепенный переход с уровня управления на уровень самоуправления в виде постепенного снижения руководящей роли педагога, когда личный опыт студента становится компонентом его лингвосамообразования, а ее содержание создается в процессе лингвосамообразовательной деятельности.

Трансформация личности студента из управляемого объекта обучения в субъект управления собственной лингвосамообразовательной деятельностью наиболее эффективно происходит в ходе проектирования индивидуальной лингвосамообразовательной траектории как структурированной программы действий студента на фиксированном этапе его самообучения. Начальным этапом построения обозначенной траектории должна быть разработка

индивидуального образовательного маршрута, который определяется как целенаправленная проектируемая дифференцированная образовательная программа, обеспечивающая студенту позицию субъекта выбора, разработки, реализации образовательной программы при осуществлении преподавателем поддержки профессионального самоопределения и самореализации будущего учителя [3]. Таким образом, индивидуальная образовательная траектория дает возможности студенту согласно его образовательным потребностям и возможностям выбирать оптимальные формы самостоятельного овладения иностранным языком; применять такие методы и способы обучения, которые наиболее соответствуют его индивидуальным особенностям; рефлексивно осознавать полученные результаты, осуществлять оценку и коррекцию своей лингвосамообразовательной деятельности. Моделирование индивидуальных образовательных маршрутов является результатом совместной деятельности студента и преподавателя. Однако выбор подхода и механизмов разработки маршрута зависит от уровня сформированности готовности конкретного студента к лингвосамообразованию. Так, первый подход предусматривает привлечение студента и педагога к системе равноправного участия в проектировании индивидуального образовательного маршрута на основе субъект-субъектного взаимодействия. Специфика второго подхода заключается в совместном с педагогом отслеживании и анализе маршрута, который в данном случае создается, формулируется и модифицируется студентом самостоятельно. При этом функции преподавателя ограничиваются педагогической поддержкой и контрольной функцией, а именно: педагог только сопровождает процесс самостоятельной работы, направляет, подсказывает, корректирует и стимулирует. Планирование работы, выбор ее форм, темпа подготовки определяются студентом самостоятельно. Таким образом, происходит реализация управляемой лингвосамообразовательной деятельности, основываемой на самоуправлении и метауправлении (управлении самоуправлением) процессами познания и метапознания, когда студент сам осуществляет самоуправление лингвосамообразовательной деятельностью, а преподаватель выполняет координационные и корректирующие функции.

Непосредственной разработке индивидуальной образовательной траектории должен предшествовать подготовительный этап в виде беседы или инструктажа, где преподаватель разъясняет студентам сущность образовательной траектории, типы и компоненты её структуры, этапы проектирования и принципы отбора содержания образовательного маршрута в

соответствии с собственными приоритетами каждого студента относительно самостоятельного овладения иностранным языком [4]. И.А. Бобыкина и С.А. Вдовина [5-7] отмечают, что индивидуальная образовательная траектория может разрабатываться в нескольких направлениях, которые реализуются или параллельно, или последовательно, что предполагает предоставление студенту широких возможностей для реализации своих потребностей и способностей. Например, в контексте лингвосамообразования индивидуальные образовательные траектории могут реализовываться по следующим направлениям:

- углубление языковых знаний;
- расширение лексического запаса;
- развитие речевых навыков и коммуникативных умений;
- обогащение лингвострановедческих и социолингвистических знаний;
- увеличение объема инструментария получения знаний (самообучения приемам переработки материала, работы с различными аутентичными источниками, техники запоминания иностранных слов, грамматических структур и использование их в речи).

При выборе содержания индивидуальной образовательной траектории важно учитывать первоначальный объем и уровень знаний студента, мотивацию деятельности, оптимальные для него формы и методы занятий, индивидуальный стиль овладения иностранным языком, образовательные потребности и интересы. Одной из основных проблем в процессе самообучения является отсутствие внешнего текущего и итогового видов контроля, которые в традиционном обучении проводятся преподавателем. Без такого контроля и корректировки результатов студент может потерять направление в своей деятельности, а также неадекватно оценивать ее результаты. Поэтому при разработке индивидуальной траектории, лингвосамообразования целесообразно использовать технологию лингвистического портфолио [8, 9]. Применение этой технологии, во-первых, позволяет в самообучении иностранным языкам развивать способность к целеполаганию, умение анализировать и оценивать процесс собственного развития и, во-вторых, является средством накопления эффективного опыта практического использования и изучения языка и перенос этого опыта в новые ситуации. Студент учится экспериментировать с приемами самостоятельного изучения языка и выделять из них наиболее эффективные, отслеживать свои успехи и проблемы и вносить соответствующие коррективы в свою деятельность [8]. Приобретение студентами умений успешно самостоятельно строить индивидуальные образовательные траектории создает

благоприятные условия для постепенного перехода к организации собственной лингвосамобразовательной деятельности по индивидуальной образовательной траектории, а в контексте нашего исследования индивидуальной лингвосамобразовательной траектории, что составляет персональный путь творческой реализации личностного потенциала студента в самообразовании, смысл, значение, цель и компоненты каждого последовательного этапа которого осмыслены или самим студентом, или в совместной с преподавателем деятельности [10]. Разработка индивидуальной лингвосамобразовательной траектории предполагает осуществление самим студентом ценностно-смыслового выбора, что, способствуя осознанию и принятию им личностно значимых целей лингвосамобразования и их интеграции с мотивами лингвосамобразовательной деятельности, в результате превращает студента в субъекта собственной лингвосамобразовательной деятельности. Такая технология наполняет лингвосамобразовательную деятельность смыслом, поскольку опирается на ресурсный потенциал самого студента, в частности его способность к творческому преобразованию как своей деятельности, так и качественной трансформации своей личности. Поэтому построение индивидуальной лингвосамобразовательной траектории должно осуществляться таким образом, чтобы вывести процесс формирования готовности будущих учителей иностранных языков к лингвосамобразованию на уровень смысловой саморегуляции самими студентами. Разрабатывая траекторию лингвосамобразовательной деятельности, студент в соответствии с целями лингвосамобразования, обусловленными его индивидуальными образовательными потребностями как будущего специалиста, его когнитивными задачами и личностными стремлениями, самостоятельно разрабатывает программу и проектирует алгоритм действий, направленных на достижение поставленных лингвосамобразовательных целей, определяет направления своей лингвосамобразовательной деятельности, формирует содержательный учебный контент на основе собственных ценностно-смысловых ориентаций и понимания профессиональных перспектив, выявляет оптимальные для него формы работы, временные рамки и стратегии лингвосамобразовательной деятельности; реализует разработанную программу, в ходе которой он уточняет цели, способы действий, оценивает степень целесообразности выбранных средств и т.д. Таким образом выстраивается структурированная программа действий для достижения поставленной цели, что в совокупности и определяет сущность индивидуальной лингвосамобразовательной траектории. В процессе работы по

индивидуальной лингвосамобразовательной траектории студент берет на себя полную ответственность за управление и результаты собственной лингвосамобразовательной деятельности. Эффективность самоуправления студентом собственной лингвосамобразовательной деятельностью в значительной степени зависит от мастерства педагога, в частности создания максимально благоприятных условий для осуществления самообразования. В этом процессе преподаватель, в основном, предстает в роли наблюдателя, на всех этапах продвижения студента по собственной лингвосамобразовательной траектории. При этом преподаватель осуществляет совместную рефлексивно-диагностическую деятельность для своевременного выявления и преодоления возможных трудностей и устранения недостатков в работе. В случае недостаточной развитости у студента умений учебной автономии индивидуальная лингвосамобразовательная траектория выстраивается вместе с преподавателем, который, обеспечивая индивидуальную зону творческого саморазвития студента, выполняет консультационную, координирующую, корректирующую и стимулирующую функции. Кроме индивидуальных ценностных ориентиров студента, во время разработки индивидуальной траектории лингвосамобразования преподавателю также необходимо учитывать индивидуальные психологические особенности студента – когнитивные способности, направленность мотивации на достижение успеха или избегания неудачи, ориентацию на процесс или на результат, уровень самооценки, которые во многом определяют успешную реализацию лингвосамобразовательной траектории.

Список литературы

1. Ильин, Г. Л. Очерки истории и теории образования (настоящее в свете прошлого) / Г. Л. Ильин. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 440 с.
2. Кузнецова, М. Ф. Развитие иноязычной самообразовательной компетенции у студентов педагогического колледжа: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.02 / Кузнецова Марина Федоровна. – Екатеринбург, 2011.– 241 с.
3. Сагитова, Р. Р. Индивидуальные образовательные маршруты как форма совершенствования самообразовательной компетенции студентов вуза в процессе обучения иностранному языку / Р. Р. Сагитова // КПЖ. – 2016. – №2-1 – (115).

4. Пожаркова, И. Н. Формирование индивидуальной образовательной траектории как компонента практико-ориентированной среды обучения / И. Н. Пожаркова, Е. Е. Носкова, Е. Ю.Трояк // Педагогический ИМИДЖ. – 2018. – №3 (40) – ИНФОРМИО (INFORMIO), 2019 – 5(5)18.
5. Бобыкина, И. А. Развитие культуры лингвосамообразования как одна из стратегических целей иноязычного образования в вузе / И. А. Бобыкина // Вестник НВГУ. – 2016. – №4.
6. Бобыкина, И. А. Закономерности формирования культуры лингвосамообразования / И. А. Бобыкина // Вестник ЧГПУ. – 2011. – №10.
7. Вдовина, С.А. Сущность и направления реализации индивидуальной образовательной траектории / С. А. Вдовина, И. М. Кунгурова // Вестник евразийской науки. – 2013. – №6 (19).
8. Кабанова, О. В. Из практики организации самостоятельной работы студентов на занятиях по иностранному языку / О.В. Кабанова, Г. В. Терехова //Альманах современной науки и образования. – 2013. – №4(71). – С. 85 – 89.
9. Терехова, Г. В. Самостоятельная деятельность студентов в условиях уровнего образования / Г. В.Терехова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ОГУ, 2014. – С. 2768 – 2771.
10. Walther, A. Governance of Educational Trajectories in Europe: Pathways, Policy and Practice / A. Walther, M. Parreira do Amaral, M. Cuconato. – London: Bloomsbury Academic, 2016. – 352 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Назаренко Елена Сергеевна

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ).
Гризодубовой ул., 20, Омск, 644005, Российская Федерация.
Преподаватель иностранных языков ОмГУПС.
Тел.: 8-913-969-1972.
E-mail: Lioni_2001@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nazarenko Elena Sergeevna

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport (SP SVE OCRT).
20, Grizodubova St., Omsk, 644005, the Russian Federation.
Teacher of foreign languages, OSTU.
Phone: 8-913-969-1972.
E-mail: Lioni_2001@mail.ru

В. Л. Незевак

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДА РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С НАКОПИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В статье рассмотрены основные направления совершенствования метода расчета энергетических показателей системы тягового электроснабжения с накопителями электроэнергии. На примере применения систем накопления электроэнергии обозначены направления совершенствования метода расчета в части учета эпизодичности работы накопителя в различных режимах и учета степени заряженности или изменения энергоемкости. Указаны основные аспекты работы накопителей электроэнергии, требующие учета при совершенствовании метода расчета.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, накопитель электроэнергии, метод расчета, энергетические показатели, режимы работы, напряжение включения, степень заряженности, энергоемкость, порядок работы.

Vladislav L. Nezevak

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE CALCULATION METHOD THE ENERGY PERFORMANCE OF THE TRAIN AND DC TRACTION POWER SUPPLY SYSTEMS WITH POWER STORAGE DEVICES

The article describes the main directions of improving the method for calculating the energy indicators of the traction power supply system with electric power storage devices. On the example of using energy storage systems, the directions of improving the calculation method in terms of taking into account the episodic operation of the accumulator in different modes and taking into account the degree of charge or change in energy intensity are indicated. The main aspects of the operation of electric power storage devices that need to be taken into account when improving the calculation method are indicated.

Keywords: traction power supply system, power storage, calculation method, energy indicators, operating modes, switching voltage, charging level, energy intensity, operating procedure.

Расчет энергетических показателей системы тягового электроснабжения является необходимым для решения широкого круга задач, начиная от проектирования систем тягового электроснабжения, заканчивая технико-экономическими расчетами по внедрению каких-либо устройств. Определение энергетических показателей системы тягового электроснабжения опирается на характеристики инфраструктуры участка железной дороги, электроподвижного состава и параметры графика движения. На сегодняшний день известные методы расчета нуждаются в совершенствовании в связи с появлением устройств, работа которых связана с определенным порядком смены режимов. К одним из указанных устройств относятся системы накопления электроэнергии различного вида, получающих широкое применение в энергетике, промышленности и на транспорте [1 – 3]. Отсутствие адаптированных методов расчета делает задачу по совершенствованию известных методов расчета актуальной.

В настоящее время системы накопления электроэнергии находят применения в системах тягового электроснабжения городского и пригородного транспорта [4].

В основе расчета нагрузки тяговых подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения лежат методы расчета по заданному расположению поездов, сечениям графика движения поездов и заданным размерам движения поездов. Существуют и другие методы, являющиеся вариацией указанных и учитывающих различные аспекты расчетов и обработки данных [5 – 10].

Перечисленные методы могут быть использованы для имитационного моделирования системы тягового электроснабжения с накопителями электроэнергии после учета особенностей работы указанных устройств.

Необходимо отметить, что развитие информационных технологий и систем в области расчета, измерений и учета электроэнергии позволяет наметить основные направления и по совершенствованию методов расчета, к которым следует отнести следующие: уменьшение шага моделирования для повышения точности результатов расчетов; использование в качестве тяговых нагрузок результатов поездок с различными сериями локомотивов и массами составов; расширение методов расчета энергетических показателей с учетом особенности новых устройств.

К особенностям работы накопителей электроэнергии относятся: наличие нескольких режимов работы, смена которых происходит при выполнении нескольких условий; вариативность степени заряженности, зависящей от

предыдущего состояния; изменение внешней характеристики устройства для различных режимов.

В общем виде для расчета энергетических показателей системы тягового электроснабжения с накопителями электроэнергии необходимо задать их параметры: сопротивления в режиме разряда, заряда и подзаряда; напряжения включения для перехода из одного режима в другой; начальную степень заряженности.

На каждом шаге выполнения тяговых и электрических расчетов кроме показателей для элементов системы тягового электроснабжения для накопителя электроэнергии определяются:

- 1) режим и эпизод работы;
- 2) напряжение на шинах накопителя и ток режима;
- 3) объем электропотребления в режимах разряда, заряда и подзаряда с учетом эпизодичности работы и степени заряженности.

В качестве эпизода возврата и приема принимаются непрерывные случаи передачи энергии по направлениям из контактной сети на шины тяговой подстанции ТП и поста секционирования ПС и с шин в контактную сеть, определяемые по направлению тока (рис. 1).

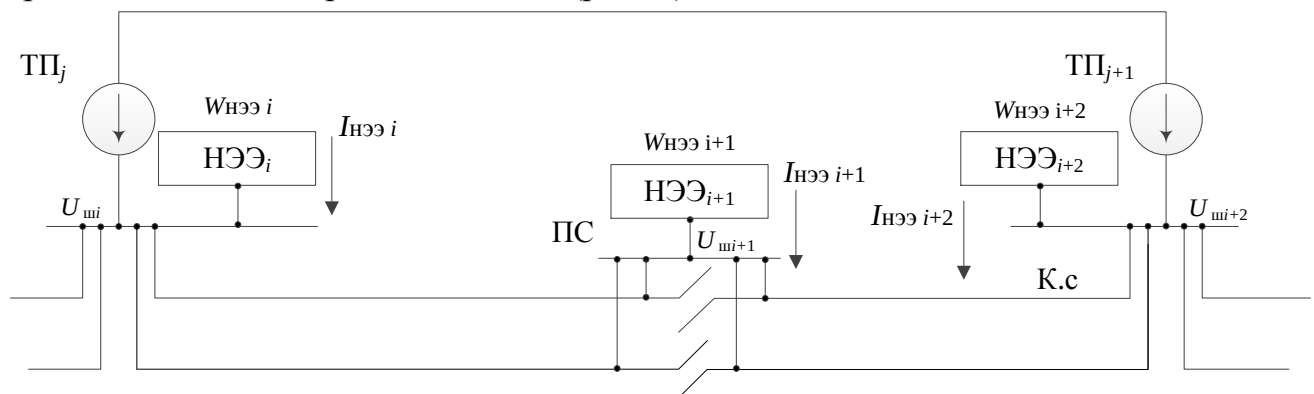


Рисунок 1 – Расчетная схема для межподстанционной зоны

Аналогом степени заряженности является учет объема энергии по эпизодам работы накопителя. Если в первом случае расчеты проводятся с использованием емкости устройства с помощью счетчика ампер-часов, то во втором случае с использованием приборов учета электроэнергии.

При использовании объема энергии по эпизодам работы расчет выполняется в следующем порядке. Для каждого эпизода работы определяется текущий объем электроэнергии в накопителе электроэнергии $W_{\text{нээ тек}}$. На первом шаге расчетов принимается значение начального объема электроэнергии в

накопителе электроэнергии $W_{\text{нээ нач}}$.

Текущий объем электроэнергии в i -м накопителе на t -м шаге расчетов определяется по выражению:

$$W_{\text{нээ тек } t} = W_{\text{нээ тек } t-1} + \Delta W_{\text{нээ } t}. \quad (1)$$

Изменение объема энергии в накопителе $\Delta W_{\text{нээ } i}$:

$$\Delta W_{\text{нээ } t} = u_{\text{шт } t} \cdot i_{\text{нээ } t} \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где $u_{\text{шт } t}$ – напряжение на шинах тяговой подстанции или линейного устройства на t -м шаге расчетов;

$i_{\text{нээ } t}$ – ток накопителя на t -м шаге расчетов с учетом направления в режиме заряда или разряда;

Δt – шаг расчетов.

Расчет энергетических показателей накопителя выполняется до тех пор, пока для суммарного объема электроэнергии будут выполняться условия:

для режима заряда –

$$W_{\text{нээ } t} \leq W_{\text{нээ макс}}, \quad (3)$$

для режима разряда –

$$W_{\text{нээ } t} \geq W_{\text{нээ мин}}, \quad (4)$$

где $W_{\text{нээ мин}}$ и $W_{\text{нээ макс}}$ – минимальное и максимальное значение объема электроэнергии в накопителе, обеспечивающее режим разряда и заряда соответственно.

При несоблюдении условия (3) в режиме заряда или условия (4) в режиме разряда ток в накопителе для расчетов принимается равным нулевому значению.

На начальном этапе расчетов задается начальное значение объема электроэнергии в накопителе. Далее выполняются тяговые и электрические расчеты с учетом направления тока. Если направление тока является отрицательным (разряд), то выполняется проверка достаточности объема электроэнергии. Если объем электроэнергии в накопителе равен нулю или принимает отрицательное значение, ток накопителя на i -м шаге расчетов принимается равным нулю. Если направление тока является положительным (заряд), то выполняется проверка достаточности заряда. В случае, если объем электроэнергии равен или больше максимального, значение тока накопителя принимается равным нулю. Если объем электроэнергии ниже максимального значения, выполняется расчет объема электроэнергии с учетом направления тока. Далее выполняется определение энергетических показателей системы

тягового электроснабжения, накопителя и количества эпизодов заряда и разряда.

Предложенный метод определения энергетических показателей движения поезда и системы тягового электроснабжения в условиях применения накопителей электроэнергии на тяговых подстанциях и линейных устройствах позволяет определять энергетические показатели работы, в том числе режимы и эпизоды работы накопителя электроэнергии с учетом энергоемкости устройства. Предложенный метод позволяет выполнять моделирование системы тягового электроснабжения при рассмотрении различных схем питания и секционирования и вариантов усиления, а также для оценки эффективности применения накопителей электроэнергии.

Направления совершенствования методов расчетов включают в себя учет различных аспектов: деградации емкости накопителей, частоты смены режимов работы, ресурса, различных схем преобразователей, соотношения емкостей элементов в гибридных устройствах, изменения напряжений включения для различных режимов, суммарной нагрузки тяговых подстанций на режимы работы накопителя электроэнергии, скорость изменения тяговой нагрузки и другие. Результатом работ в указанном направлении является получение метода расчетов, позволяющего с высокой степенью точности определять энергетические показатели работы системы тягового электроснабжения, содержащей накопителя электроэнергии.

Список литературы

1. A review of available methods and development on energy storage; technology update / T. M. Mahliaab [at al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 33, – 2014, pp. 532 – 545.
2. Aneke, M. Wang, M. Energy storage technologies and real life applications / M. Aneke, M. Wang // A state of the art review. – Applied Energy. 2016. – Vol. 179. –pp. 350 – 377.
3. Distributed control of a user-on-demand renewable-energy power-source system using battery and hydrogen hybrid energy-storage devices / D. Yamashita [at al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – Vol. 44. – pp. 27542 – 27552.
4. Черемисин, В. Т. Совершенствование системы тягового электроснабжения постоянного тока с накопителями электрической энергии на полигонах обращения тяжеловесных поездов / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак,

А. П. Шатохин // Научная монография / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщ. – 2018. – 282 с.

5. Nezevak, V. Interaction's Simulation Modeling of Electric Rolling Stock and Electric Traction System / V. Nezevak, A. Shatokhin // International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – Chelyabinsk, 2019. – pp. 410 – 416. – DOI: 10.1109/uralcon.2019.8877672.

6. Nezevak, V. Assessment of energy intensity of the drive for traction power supply system / V. Nezevak, V. Cheremisin, A. Shatokhin // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Т. 982. –pp. 524 – 538.

7. Незевак, В. Л. Моделирование режимов нагрузки на шинах постов секционирования при работе в системе тягового электроснабжения накопителей электроэнергии / В. Л. Незевак // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 4 (68). С. 159 – 170.

8. Незевак, В. Л. Моделирование режимов работы накопителя электроэнергии на шинах поста секционирования в условиях пропуска тяжеловесных поездов. / В. Л. Незевак // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2018. – № 3 (59). С. 47 – 57.

9. Nezevak, V. L. Operating modes of electric energy storage systems on the Moscow Central Ring / V. Nezevak, V. Cheremisin, A. Shatokhin // E3S Web of Conferences (ITESE-2019). –2019. – Vol. 135, Art. 01063. – pp. 1 – 13.

10. Gatel'uk, O. V. Analysis of Measurement Data in a Direct Current Traction Power-Supply System with Uncontrolled Rectifiers / O. V. Gatel'uk, V. L. Nezevak, V. V. Erbes // Russian Electrical Engineering. – 2019. –Vol. 90. – № 2. – pp 180 – 188.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Незевак Владислав Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательской части, доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nezevakwl@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nezevak Vladislav L.

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Candidate of technical sciences, senior staff scientist of research-and-production laboratory «Energy-efficient technologies and electromagnetic compatibility» OSTU.

Tel.: (3812) 44-39-23.

E-mail: nezevakwl@mail.ru.

К. С. Петров, Е. В. Кондратенко, В. В. Петров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕЛЕЖЕК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В статье проведен анализ принципов реализации информационных систем для диагностирования технического состояния вагонов в процессе движения железнодорожного состава по прямолинейному рельсовому пути. Предложен способ реализации энергонезависимого режима работы такой системы и повышения ее надежности путем применения цифровых технологий, современной микропроцессорной техники и энергонезависимых датчиков прохождения осей колесных пар.

Ключевые слова: информатизация, диагностирование, цифровые технологии, микропроцессорная система, магнитоиндукционный датчик, энергетическая независимость, колесная пара, вагон.

Konstantin S. Petrov, Evgeny V. Kondratenko, Vladimir V. Petrov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ENERGY-INDEPENDENT INFORMATION SYSTEM TO MONITOR THE TECHNICAL CONDITION OF RAILWAY ROLLING STOCK

The article analyzed the principles of implementation of information systems for diagnosing the technical condition of the carriages in the course of the railway train on the straight rail track. A way to implement the energy-independent mode of operation of such a system and improve its reliability by using digital technologies, modern microprocessor system and energy-independent sensors passing wheel pairs.

Keywords: information, diagnostics, digital technologies, microprocessor system, magneto-induction sensor, energy independence, wheeled steam, wagon.

Рассматриваемая энергонезависимая информационная система относится к автоматизированным системам контроля ходовых частей вагонов подвижного состава железнодорожного транспорта, в частности для контроля технического состояния тележек подвижного состава на прямолинейном участке рельсового пути в процессе движения поезда.

Повышение надежности функционирования информационных систем для диагностирования технического состояния вагонов в процессе движения состава по прямолинейному рельсовому пути возможно на основе совместного применения цифровых технологий, математического моделирования и энергонезависимых магнитоиндукционных датчиков прохождения осей колесных пар вагонов [1, 2]. При этом цифровая обработка сигналов осуществляется с применением современных микропроцессорных устройств с малым потреблением мощности от источника питания [3]. Цель данной статьи заключается в анализе возможностей нового направления структурной организации информационных систем для контроля параметров вагонных тележек на основе энергетических возможностей магнитоиндукционных датчиков и обеспечения энергонезависимой работы таких систем в режиме ее автономного электропитания.

В настоящее время применяются диагностические системы, реализующие контроль технического состояния ходовых частей вагонов подвижного состава, например, на основе оптических измерительных устройств [4]. Принцип работы таких систем основан на применении лазерных бесконтактных преобразователей, обеспечивающий трехмерный триангуляционный мониторинг геометрических размеров движущихся колесных пар. Однако лазерные технологии не способны обеспечить надежную работу в условиях высокого снежного покрова, гололеда и запыленности. Кроме того, подобная «Автоматизированная диагностическая система контроля параметров колесных пар вагонов "КОМПЛЕКС"» потребляет мощность от источника питания около трех киловатт, требует наличия развитой инфраструктуры и специально подготовленного персонала. При отсутствии внешнего электроснабжения они вообще не способны выполнять свои функции, а мощные резервные источники бесперебойного питания для обеспечения работоспособности всей системы требуют в процессе эксплуатации больших материальных и финансовых затрат.

Имеются также устройства на основе индуктивных датчиков, которые способны обеспечить высокую надежность работы системы в различных неблагоприятных условиях окружающей среды. В такой автоматизированной системе контроля ходовых частей вагонов определяются и хранятся в оперативной памяти значения углов перекоса всех колесных пар, прошедших над датчиками, а число индуктивных датчиков может достигать двенадцати штук. По сигналам от этих датчиков система определяет расстояние между соседними колесными парами и их скорость. По известным расстояниям между колесными парами и заданному алгоритму осуществляет распознавание всех

типов подвижных единиц состава. По каналу связи на автоматизированное рабочее место осмотрщика вагонов передаются порядковые номера вагонов в поезде и номера колесных пар в вагоне, для которых зафиксировано превышение пороговых значений измеренных параметров ходовых частей подвижных единиц.

Основным недостатком таких систем является так же большое потребление электрической энергии от различных источников питания, что не гарантирует работоспособность системы при отсутствии внешнего электропитания, а применение источников бесперебойного питания приводит к перечисленным выше недостаткам. Для повышения надежности и бесперебойности работы автоматизированной диагностической системы ходовых частей вагонов в составе движущегося поезда в условиях отсутствия какой-либо инфраструктуры и источника внешнего электроснабжения предложено техническое решение [5].

Магнитоиндукционные датчики, имеющие постоянный магнит в качестве сердечника, являются не только источниками информации о моментах прохождения над ними осей колесных пар, но и источниками электрической энергии, которые в данном техническом решении предлагается использовать для зарядки аккумулятора и питания всей микропроцессорной системы. Причем, цифровая обработка выходных сигналов этих датчиков позволяет существенно повысить точность работы всей информационной системы, а надежность магнитоиндукционных датчиков подтверждается многолетним опытом эксплуатации в системах «ПОНАБ» или «ДИСК».

Для обеспечения работы данной диагностической системы необходимо определять только момент перехода выходного сигнала датчика через нулевое значение, а амплитуда импульсов, превышающая определенный порог, представляет интерес только с энергетической точки зрения, и их энергия может быть преобразована в однополярный сигнал для питания системы. На выходе магнитоиндукционного датчика из-за электромагнитной индукции возникает сигнал, величина которого описывается выражением:

$$E = -w \frac{d\Phi}{dt},$$

где E – электродвижущая сила на выходных клеммах обмотки; w – число витков обмотки датчика; $\Phi = Br \cdot S(t)$ – магнитный поток, пересекающий витки обмотки датчика, эффективная площадь $S(t)$ которого зависит от взаимного положения датчика и движущегося колеса вагона. При увеличении магнитной индукции Br постоянного магнита (применение магнитов, изготавливаемых из

редкоземельных элементов, например, таких как неодимовые) можно в несколько раз уменьшить размеры и массу магнитоиндукционного датчика, что было одним из основных недостатков устаревших датчиков ПБМ-56.

На рис. 1 изображена форма импульсного знакопеременного сигнала E на выходе магнитоиндукционного датчика, причем уровень сигнала в диапазоне от $-U_{\Pi}$ до $+U_{\Pi}$ используется для определения момента прохождения оси колесной пары над датчиком (t_0), а уровень сигнала ($U_{зар}$), превышающий указанные пороги, используется для зарядки аккумулятора. Благодаря этому обеспечивается энергонезависимая работа информационной системы без внешнего источника электроснабжения.

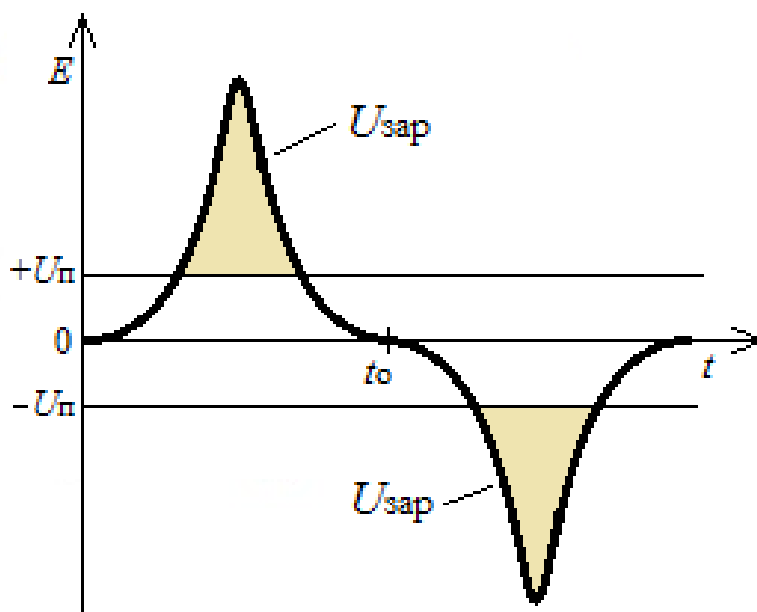


Рисунок 1 – Вид сигнала на выходе магнитоиндукционного датчика

Энергонезависимая информационная система содержит:

- напольное оборудование, включающее магнитоиндукционные датчики Д1 – Д12, которые закреплены кронштейнами на рельсах, и выполняют функцию не только информационного, но и энергетического обеспечения работы системы;

- преобразователь напряжения (ПРН) знакопеременных импульсных сигналов – в напряжение постоянного тока, которое обеспечивает работу зарядного устройства (ЗРУ) аккумулятора (АКК), осуществляющего питание микропроцессорного блока обработки сигналов (МБОС);

- МБОС с беспроводным каналом связи (БКС) предназначены для подсчета числа осей, вычисления значений перекаса каждой колесной пары и

передачи всей информации в центр сбора и обработки данных.

Структурная схема энергонезависимой информационной системы приведена на рис. 2.

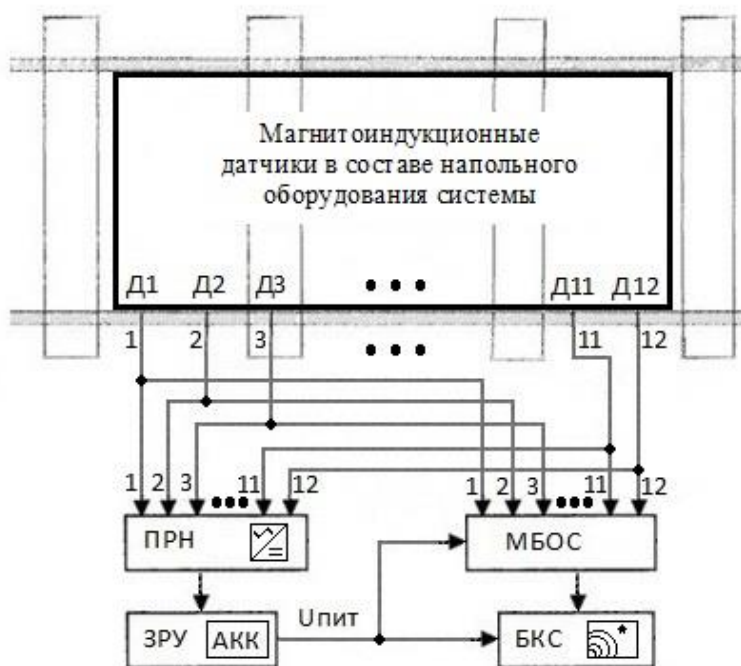


Рисунок 2 – Принцип подключения датчиков осей колесных пар Д1 – Д12 в энергонезависимой информационной системе

Энергонезависимая микропроцессорная информационная система работает следующим образом. Каждый магнитоиндукционный датчик (Д1 – Д12) вырабатывает знакопеременную импульсную последовательность при проходе над ним колесной пары. Первый импульс первого датчика формирует сигнал запроса прерывания, поступающего на соответствующий вход микропроцессорного устройства, и переводит его из «спящего» состояния в активный режим работы. Причем, МБОС осуществляет прием аналоговых сигналов от всех датчиков, их аналогово-цифровое преобразование и обработку по заданным алгоритмам. При отсутствии поезда на участке контроля или после выхода состава с этого участка МБОС возвращается в «спящий» режим, то есть прекращается потребление тока от аккумулятора до тех пор, пока на вход запроса прерывания опять не поступит сигнал от первого датчика, определяющего приближение состава к участку контроля.

По результатам проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Энергонезависимая микропроцессорная информационная система для интегральной оценки технического состояния тележек подвижного состава

способна работать на неэлектрифицированных участках железных дорог даже при полном отсутствии внешнего электроснабжения.

2. Для функционирования энергонезависимой системы требуются минимальные затраты на установку и техническое обслуживание, кроме того, гарантирует работоспособность в любых погодных условиях и отсутствии развитой инфраструктуры.

3. Достижения современных технологий в области изготовления постоянных магнитов на основе редкоземельных элементов позволяют существенно снизить массогабаритные параметры магнитоиндукционных датчиков.

Список литературы

1. Петров, В. В. Математическая модель для оценки влияния отклонений конструктивных параметров вагонной тележки от номинальных значений на ее кинематические свойства [Текст] / В. В. Петров, К. С. Петров // Известия Транссиба / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2019. – № 2 (38). – С. 55 – 65.

2. Петров, В. В. Интегральная оценка для диагностирования отклонений кинематических параметров вагонной тележки и колесных пар движущегося состава [Текст] / В. В. Петров, К. С. Петров, С. А. Ступаков // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы IV всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2017. – С. 113 – 123.

3. Петров, В. В. Энергетические аспекты магнитоиндукционных датчиков осей подвижного состава железнодорожного транспорта [Текст] / В. В. Петров, А. С. Окишев, К. С. Петров // Инновационные проекты и технологии машиностроительных производств: Материалы III всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2019. – С. 32 – 39.

4. Автоматизированная диагностическая система контроля параметров колесных пар вагонов «КОМПЛЕКС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sibai.ru/avtomatizirovannaya-diagnosticheskaya-sistema-kontrolya-parametrov-kolesnyix-par-vagonov-kompleks.html>.

5. Пат. № 192 859 Российская Федерация, МПК В 61 К 9/12. Устройство контроля технического состояния тележек подвижного состава [Текст] / Кондратенко Е. В., Петров В. В., Петров К. С.; заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения. – № 2019118942; заявл. 17.06.2019; опубл. 03.10.2019 Бюл. № 28.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Петров Константин Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Студент ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-04-09.

E-mail: tef@omgups.ru

Кондратенко Евгений Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-06-72.

KondratenkoEV@omgups.ru

Петров Владимир Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Автоматика и системы управления» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-05-89.

E-mail: PerovVV@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Petrov Konstantin Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

The student OSTU.

Phone: (3812) 31-04-09.

E-mail: tef@omgups.ru

Kondratenko Evgeny Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department «Wagons and rolling stock» OSTU.

Phone: (3812) 31-06-72.

KondratenkoEV@omgups.ru

Petrov Vladimir Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Candidate of Technical Sciences, Chief scientific worker, Associate Professor of the department «Automation and control systems» OSTU.

Phone: (3812) 31-05-89.

E-mail: PetrovVV@omgups.ru

УДК 621.331:621.311.4:621.316.9

Д. В. Полевых

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СНИЖЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ РЕАКТОРОВ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье освещены основные вопросы, возникающие при переходе на пониженную индуктивность реакторов тяговых подстанций. Реактор рассматривается в двух аспектах – как элемент сглаживающего устройства и как элемент ограничивающий скорость нарастания тока при коротких замыканиях в контактной сети.

Ключевые слова: сглаживающее устройство, реактор, потери, тяговые подстанции, гармоники, быстродействующий выключатель, цифровой терминал

DECREASE INDUCTION OF DC TRACTION SUBSTATIONS REACTORS

The article highlights the main issues that arise during the transition to low inductance reactors traction substations. The reactor is considered in two aspects - as an element of a smoothing device and as an element limiting the slew rate of current during short circuits in a contact network.

Keywords: smoothing device, reactor, losses, traction substations, harmonics, high-speed switch, digital terminal.

В настоящее время на большинстве тяговых подстанций постоянного тока в составе сглаживающих устройств применяются реакторы типа РБФА-У-3,3-6500/3250, представляющие собой 3 блока с параллельным соединением обмоток, общей индуктивностью 5 мГн и сопротивлением 6 мОм.

Данная величина индуктивности принята с момента электрификации (1940-1950г.) и не была обусловлена рядом причин о которых далее пойдёт речь.

Реактор как элемент сглаживающего устройства

Выпрямители тяговых подстанций в процессе работы генерируют в тяговую сеть ряд переменных составляющих различной частоты и амплитуды, называемых гармониками. Гармонический состав выпрямленного напряжения зависит от ряда факторов. Для снижения влияния тяговой сети постоянного тока на смежные устройства, применяются сглаживающие фильтры (СФ), подключаемые между «плюс» и «минус» шинами подстанции. Сглаживающий фильтр, соединённый с реактором в цепи отсоса, образует сглаживающее устройство (СУ), которое снижает величину гармоник в кривой выпрямленного напряжения на выходе подстанции (рис.1)

Следует отдельно рассматривать влияние высших гармоник на линии связи и рельсовые цепи.

В связи с переходом на кабельные и волоконно-оптические линии связи изменились и требования к мешающему психофизическому напряжению ($U_{2пс}$). Если для воздушных линий связи допустимое значение психофизического напряжения не должно превышать 4 В, то для кабельных линий связи данное значение составляет 20 В.

Что касается рельсовых цепей, то постепенно по сети дорог происходит перевод кодовой автоблокировки с несущей частотой 50 Гц на частоту 25 Гц, внедряется автоблокировка тональной частоты, которые менее подвержены влиянию высших гармоник в выпрямленном напряжении.

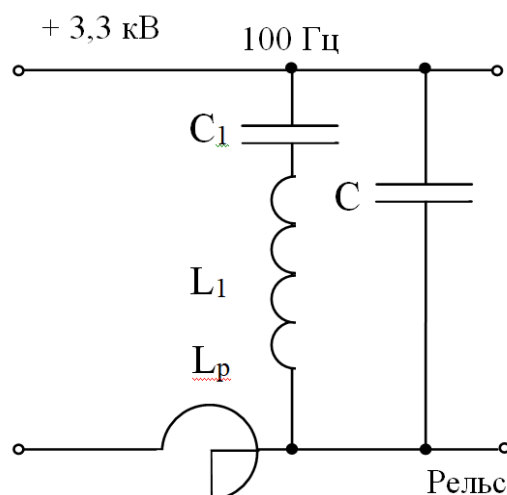


Рисунок 1 – Схема однозвенного резонансно-апериодического СФ с резонансным контуром 100 Гц

Реактор как элемент защиты оборудования при коротких замыканиях

Вторая задача реактора - ограничение скорости нарастания тока короткого замыкания, протекающего в тяговой сети при аварийных режимах. Являясь элементом с большой индуктивностью в тяговой сети, реактор значительно снижает фронт нарастания тока короткого замыкания и, тем самым, снижает энергию рассеяния в дугогасительных камерах быстродействующих выключателей, повышая их ресурс.

Но первые быстродействующие выключатели (ВАБ-2, АБ-2/3, АБ-2/4) обладали низкой коммутационной способностью и могли отключать токи порядка нескольких килоампер, в то время как современные выключатели (ВАБ-43, ВАБ-49, ВАБ-206) способны отключать токи свыше 10кА. Статистика распределения быстродействующих выключателей по типам на Западно-Сибирской железной дороге приведена на рис. 2.

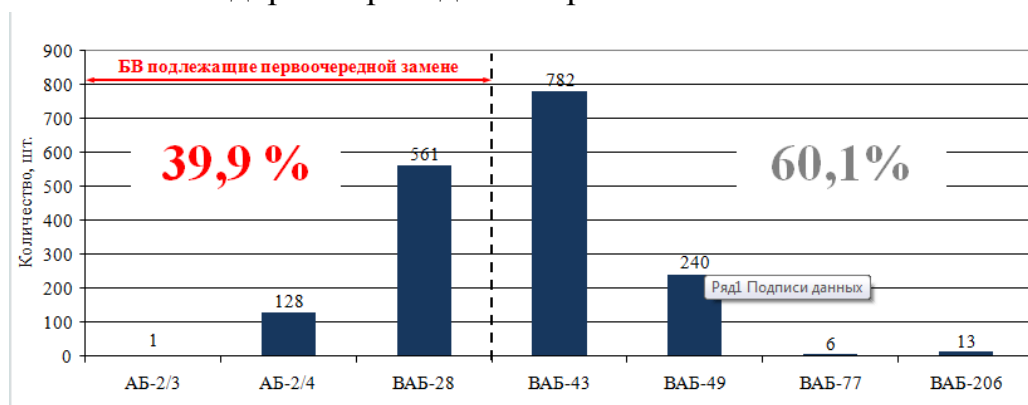


Рисунок 2 – распределение быстродействующих выключателей по типам на Западно-Сибирской железной дороге

Большинство тяговых подстанций постоянного тока в настоящее время оснащены цифровыми терминалами защит ИнТер-3,3, с помощью которых можно фиксировать осциллограммы скорости нарастания тока короткого замыкания. Сравнение осциллограмм, полученных при различных индуктивностях, позволит оценить возможность снижения индуктивности реактора в цепи отсоса подстанции (рис. 3.).

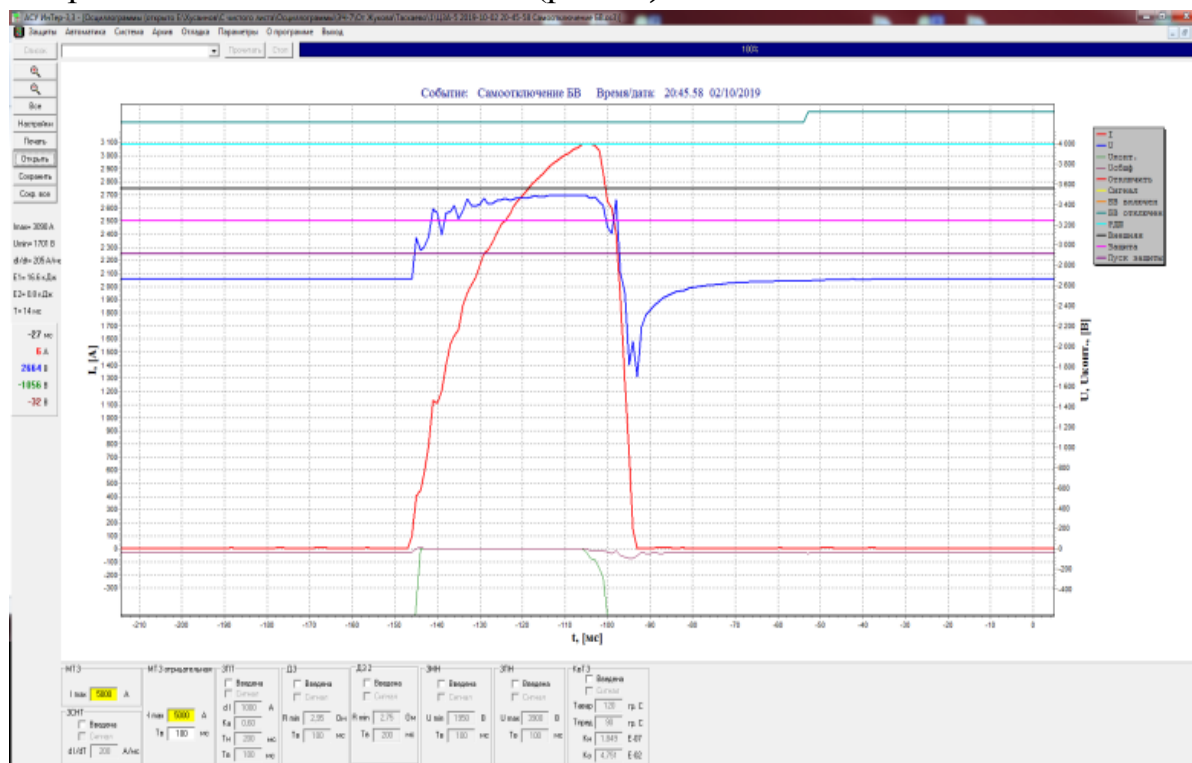


Рисунок 3 – Осциллограмма отключения фидера 3,3 кВ, записанная цифровым терминалом ИнТер-3,3

Один из вариантов перевода подстанций на пониженную индуктивность 3 мГн – демонтаж одного блока реактора РБФА-У-3,3-6500/3250.

Снижение потерь мощности от преобразования реактора составит:

$$\Delta P = I_{cp}^2 \cdot k_{\phi}^2 (R_3 - R_2)$$

где ΔP – разница потерь мощности;

I_{cp} – среднее значение тока взятое из АСКУЭ «Энергия-Альфа»;

R_3 и R_2 – сопротивление реактора с тремя и двумя блоками соответственно;

k_{ϕ} – коэффициент формы тока (рассчитывается из данных АСКУЭ);

Следовательно, снижение годовых потерь электроэнергии составит:

$$\Delta W_{год} = \Delta P \cdot T_{г}$$

где $T_{г}$ – количество часов в году.

Очевидно, что в настоящее время индуктивность реактора может быть несколько ниже существующей, а схемы СУ – упрощены. Поэтому, следует провести комплексное исследование необходимой величины индуктивности реактора по сети железных дорог. С большой вероятностью мы получим более низкое и экономически целесообразное значение индуктивности, что позволит существенно снизить массогабаритные показатели реакторов, габариты помещений, и как следствие, капитальные затраты. А так как активное сопротивление реактора прямо пропорционально зависит от величины его индуктивности, то пропорционально снизятся потери электроэнергии и влияние поля рассеяния на соседнее оборудование, а также уменьшится величина накопленной энергии, которая оказывает негативное влияние при аварийных режимах работы системы 3,3 кВ. Помимо этого, упрощение схем СУ приведёт к дополнительному снижению потерь и затрат на их обслуживание.

Список литературы

1. Бадёр, М. П. Электромагнитная совместимость: Учебник для вузов железнодорожного транспорта / М. П. Бадёр. – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.
2. Трейвас, М. Д. Высшие гармонические выпрямленного напряжения и их снижение на тяговых подстанциях постоянного тока: Учебное пособие / М. Д. Трейвас. – М.: Транспорт, 1963. – 99 с.
3. Барковский, Б. С. Теория выпрямления тока на тяговых подстанциях: Методические указания / Барковский Б. С. – Омск: Омский ин-т инж. ж. д. транспорта, 1981. – 50 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Полевых Дмитрий Валерьевич
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Подвижной состав
электрических железных дорог» ОмГУПС.
Тел.: +7-913-632-01-43.
E-mail: dima199100@ mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Polevykh Dmitriy Valeryevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Postgraduate, Chair «Rolling Stock of
Electric Raiways» OSTU.
Phone: +7-929-364-42-44.
E-mail: dima199100@ mail.ru

Е. Ю. Прищепа

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ВЫПРЯМИТЕЛЬНО-ИНВЕРТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье представлен один из путей снижения нереализованной доли избыточной электрической энергии рекуперации на участках постоянного тока за счет установки приемников избыточной энергии рекуперации (выпрямительно-инверторных преобразователей). Приведен анализ существующих схем, определены задачи, решение которых позволит повысить энергетическую эффективность работы выпрямительно-инверторного преобразователя.

Ключевые слова: рекуперация, выпрямительно-инверторный преобразователь, энергетическая эффективность.

Evgenii J. Prishchepa

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

RECTIFIER-INVERTER UNITS AT DC TRACTION SUBSTATIONS

The article presents one of the ways to reduce unrealized share of excess electric recuperation energy in DC sections due to installation of receivers of excess recuperation energy (rectifier-inverter converters). Analysis of existing circuits is given, tasks are defined, the solution of which will allow to increase the energy efficiency of the rectifier-inverter converter operation.

Keywords: recovery, rectifier-inverter converter, power efficiency.

Железнодорожная отрасль является одним из крупных потребителей электрической энергии. Значительная величина электропотребления и большой потенциал энергосбережения указывают на необходимость проведения работ по снижению потерь и повышению эффективности использования электроэнергии.

Приоритетным направлением повышения эффективности использования электроэнергии на тягу поездов является применение рекуперативного торможения электроподвижного состава. Для обеспечения возврата избыточной энергии рекуперации в сети питающих энергосистем на тяговых подстанциях постоянного тока необходима установка инверторов.

Работа инверторного преобразователя характеризуется малой

продолжительностью времени. Экономически целесообразно устанавливать преобразователи, предусматривающие работу, как в выпрямительном, так и в инверторном режимах [1]. На январь 2020 года на тяговых подстанциях постоянного тока Западно-Сибирской железной дороги эксплуатируется 10 выпрямительно-инверторных преобразователей.

Применяемые инверторные и выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП) тяговых подстанций довольно разнообразны и отличаются схемами соединения обмоток преобразовательных трансформаторов. Наиболее распространенными на сети железных дорог являются выпрямительно-инверторные агрегаты с мостовыми шестипульсовыми схемами (рис. 1)

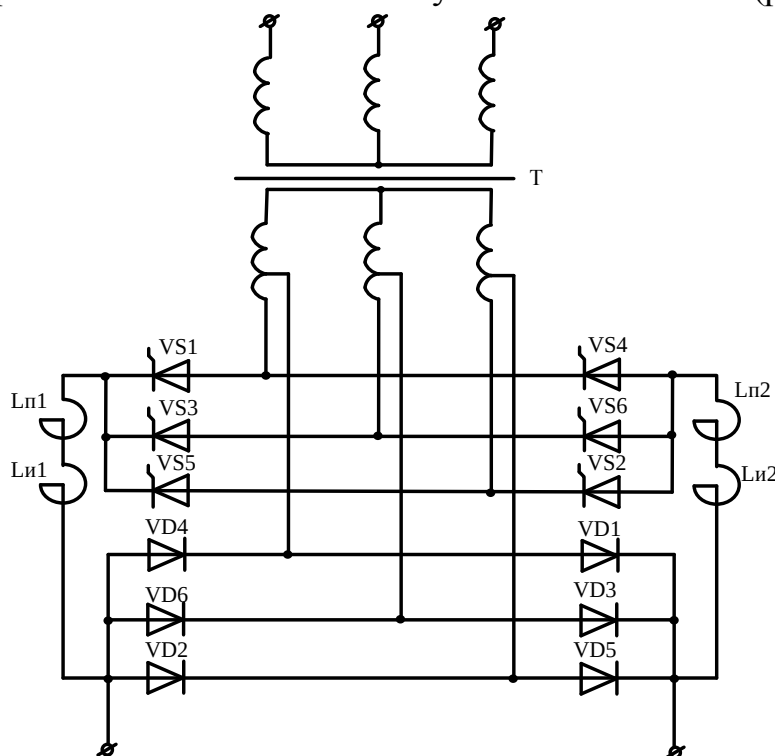


Рисунок 1 – Схема главных электрических соединений выпрямительно-инверторного агрегата ВИПЭ-2

В зависимости от режима работы, задаваемого датчиком переключения режимов, подключение инвертора или выпрямителя к шинам постоянного тока тяговой подстанции осуществляется быстродействующими выключателями ВАБ-28-3000/300. Эти выключатели одновременно обеспечивают защиту преобразователя при перегрузках, коротких замыканиях и опрокидываниях. Для защиты от перенапряжения со стороны контактной сети применены вентильные биполярные разрядники РВБК-3,3, включенные на входе инвертора и выходе выпрямителя. Ограничение внутренних и внешних коммутационных

перенапряжений достигается установкой разрядников РБК-3. Помехозащитные реакторы РОСВ-2000 предназначены для ограничения уровня радиопомех. Реактор инверторного режима разделен на два блока, что позволяет ограничивать ток циркуляции между инвертором и выпрямителем при их параллельной работе. Амплитуда и продолжительность циркуляционного тока зависят от индуктивности реакторов и начального угла опережения инвертора. Индуктивность реактора обычно выбирают 4,5 – 10 мГн [2].

Недостатком выпрямительно-инверторного преобразователя ВИПЭ-2 являются его низкие энергетические показатели: низкий коэффициент мощности (в инверторном режиме коэффициент мощности составляет 0,75–0,8), повышенное содержание высших гармоник в выпрямленном напряжении и сетевом токе, что приводит к значительному влиянию на смежные линии связи.

Целесообразность создания двенадцатипульсовых ВИП диктуется высоким технико-экономическими показателями таких же выпрямителей. В 1987 г. на Кемеровской железной дороге (ныне Западно-Сибирской) включен в эксплуатацию первый на сети железных дорог страны четырехмостовой выпрямительно-инверторный преобразователь, собранный по двенадцатипульсовой схеме последовательного типа (ВИП-12) (рис. 2).

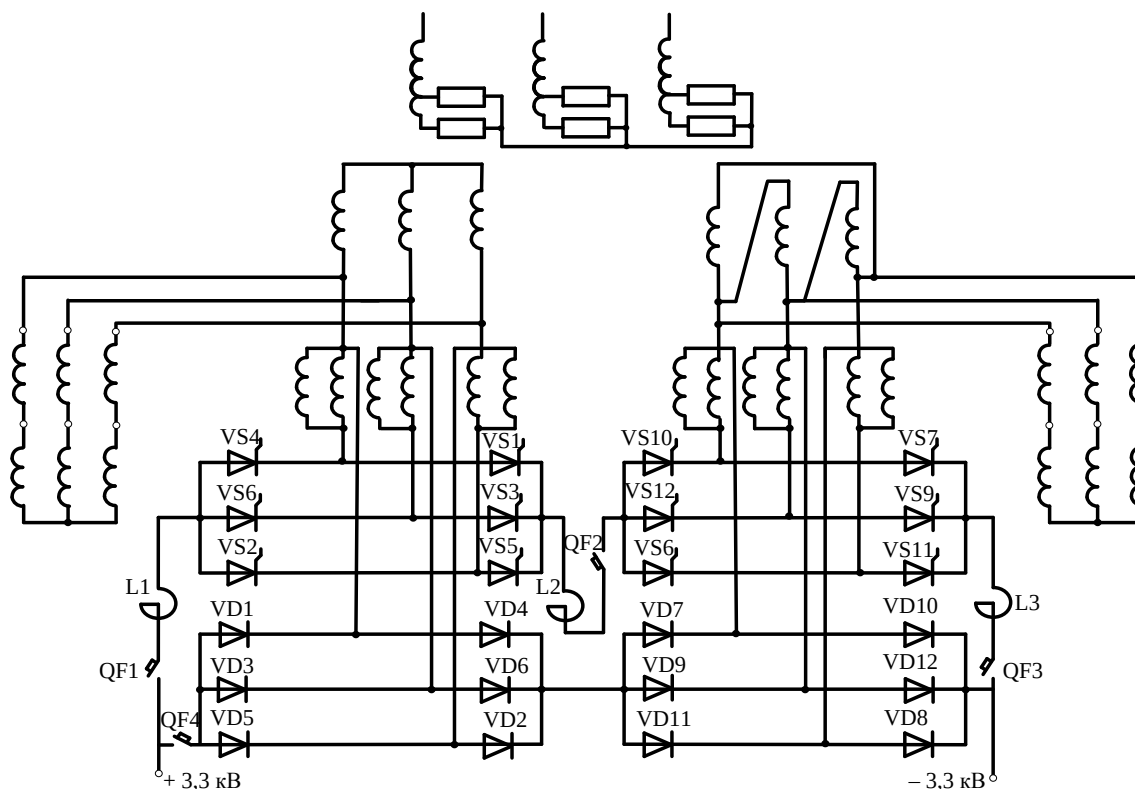


Рисунок 2 – Схема двенадцатипульсового выпрямительно-инверторного преобразователя последовательного типа

Он создан путем реконструкции серийного оборудования шестипульсовых преобразователей: трансформатора ТМРУ-16000/10, вентильных конструкций ПВЭ-3, тиристорных блоков и шкафа управления ВИПЭ-2, двух уравнильных реакторов типа КРОМ-350. Получение двенадцати плеч из диодов и тиристоров при реконструкции достигалось путем уменьшения в два раза числа параллельных ветвей в плечах шестипульсовых преобразователей. Переключения при работе преобразователя аналогичны переключениям при работе ВИПЭ-2 [3].

В 90-х годах сотрудниками ВНИИЖТа и УрГАПСа разработана силовая схема двенадцатипульсового ВИП последовательного типа (рис. 3) [4].

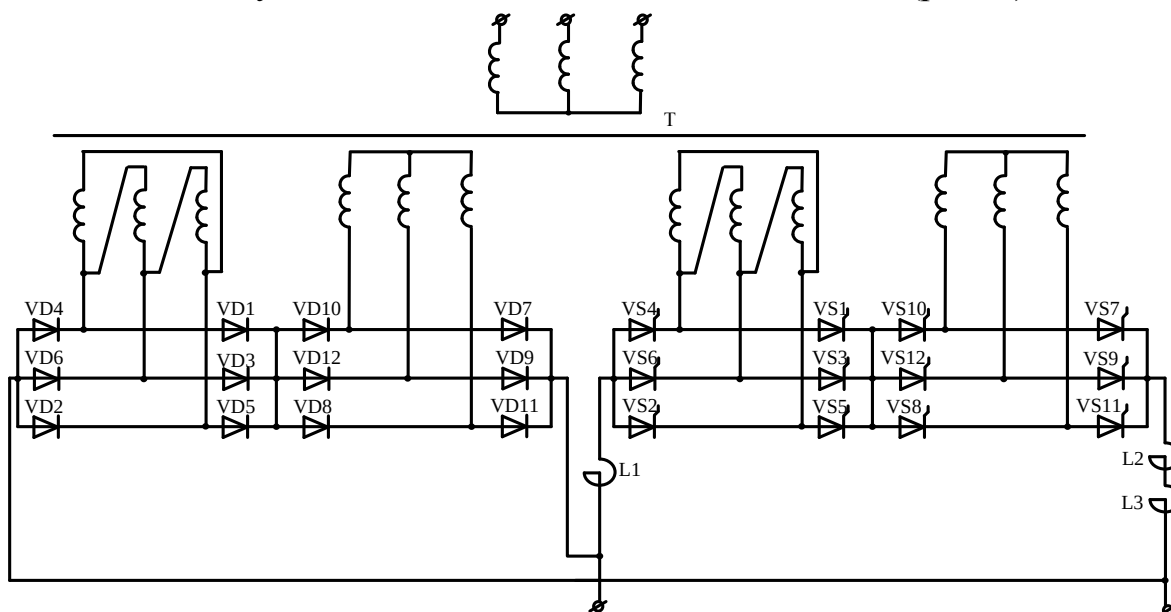


Рисунок 3 – Схема двенадцатипульсового выпрямительно-инверторного преобразователя последовательного типа

Ее особенностью является применение тягового трансформатора, выпускаемого АО «Уралэлектротяжмаш» с 1992 г., типа ТРДТП-20000/35(10)ИУ1, содержащего расщепленные на четыре части вентильные обмотки, а также выпускаемые отечественной промышленностью тиристорные секции И-ПТП-2,4к-4к-3/12-У3 и серийного выпрямителя В-ТПЕД-3,15к-3,3к-У1. По сравнению с ВИПЭ-2 общее число тиристоров в инверторе И-ПТП-2,4к-4к-3/12-У3 уменьшилось в 10 раз. Результаты испытаний, проведенных в 1992 – 1993 гг., показали высокую надежность и эффективность такого преобразователя. Повысились энергетические показатели в выпрямительном и инверторном режимах, улучшилось качество электрической энергии.

В рамках программы обновления оборудования и устройств

электроснабжения ОАО «РЖД» по проекту ОАО «Томгипротранс» «Техническое перевооружение тяговой подстанции Яя» на двухпутном участке установлен ВИП производства ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» г. Санкт-Петербург. Проектом предусмотрена установка преобразовательного трансформатора сухого типа ТРСЗП-12500/10ЖУХЛ1 с дополнительными секциями вентильной обмотки производства ООО «ЭЛЬМАШ (УЭТМ)» г. Екатеринбург. Особенностью трансформатора, кроме использования воздушной среды в качестве изоляции и охлаждения обмоток, является наличие гальванической связи между обмотками инвертора и выпрямителя, а также конструктивная (угловая) несимметрия при использовании дополнительных секций вентильных обмоток.

Работа данного ВИП характеризуется значительными потерями электрической энергии, которые обусловлены циркуляционными токами, так как управляющие импульсы инвертора не снимаются полностью, а только изменяется значение угла управления в зависимости от режимов работы ВИП. Контур протекания циркуляционных токов ВИП упрощенно показаны на рис. 4.

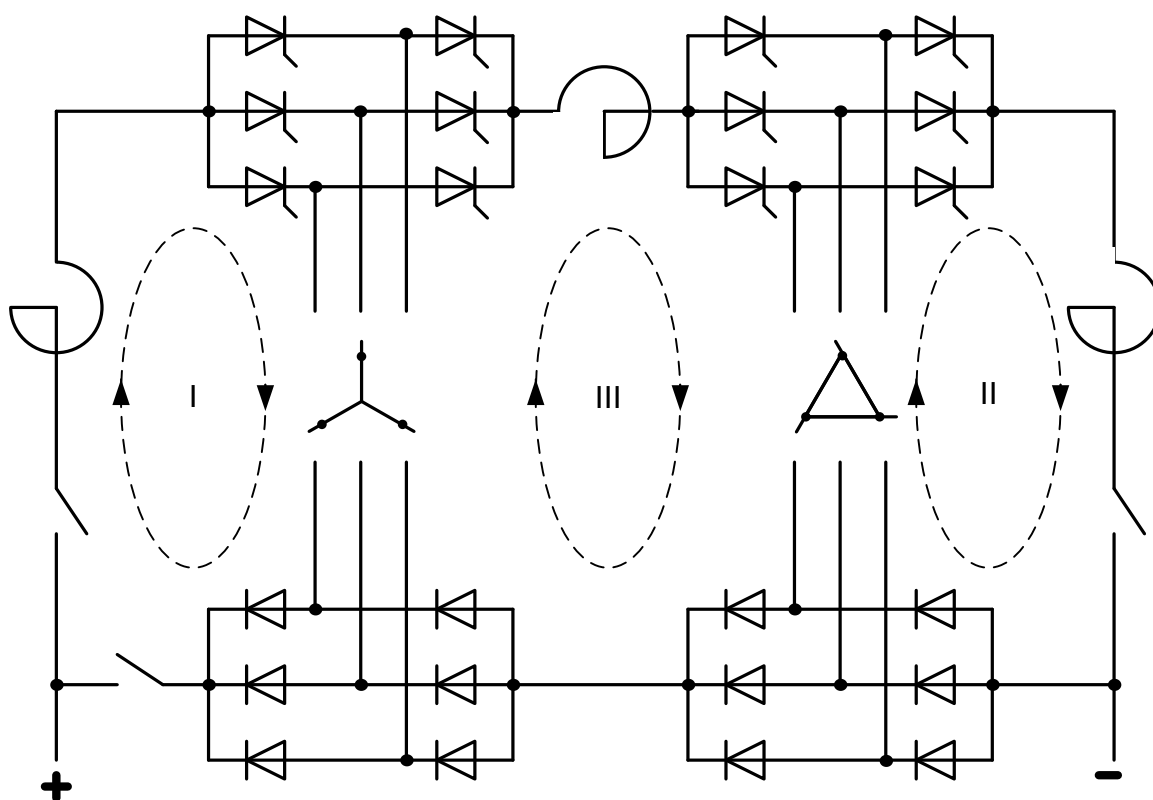


Рисунок 4 – Упрощенная схема протекания циркуляционных токов

Целью данной статьи авторы считают обозначение ряда проблем, выявленных в ходе эксплуатации ВИП на двухпутном участке. А именно, отсутствуют общепринятые и утвержденные методики по настройке режимов

работы ВИП исходя из условий конкретных участков дороги, на которых он установлен. Не выполнены исследования по выбору оптимальной внешней характеристики. Не определены оптимальные границы уверенного приема электрической энергии. Не проведена теоретическая и практическая оценка энергетических потерь при эксплуатации ВИП, не определены мероприятия, направленные на их снижение. Не проведены исследования расхода электрической энергии на собственные нужды и не определены пути его снижения. Таким образом, необходимо разработать вариант технического исполнения ВИП, который может быть применен на сети дорог.

Ввиду включения в программу обновления оборудования и устройств электроснабжения ОАО «РЖД» на ближайшие годы дальнейшее приобретение ВИП для Западно-Сибирской железной дороги решение вышеизложенных проблем становится крайне актуальным для повышения энергетической эффективности.

Список литературы

1. Барковский, Б. С. Инвертирование тока на тяговых подстанциях и электровозах / Б. С. Барковский. – Омск, 1980. – 36 с.
2. Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи: Учеб. Для вузов ж.-д. трансп. / А. Т. Бурков. – М.: Транспорт, 1999. – 464 с.
3. Силовые преобразователи тяговых подстанций и электроподвижного состава: Учебное пособие / Е. Ю. Салита, Г. С. Магай [и др.]. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 131 с.
4. Поссе, А. В. Методы расчета схем выпрямителей и инверторов большой мощности / А. В. Поссе, А. В. Севрюгов // Изв. Вузов. Электромеханика. – 1973. – №3. – С. 259 – 273.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Прищепа Евгений Юрьевич
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Подвижной состав
электрических железных дорог» ОмГУПС.
Тел.: +7 (3812) 68-03-01.
E-mail: prishepa95@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Prishchepa Evgenii Yurievich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the Department «Rolling
stock of electric railways» OSTU.
Phone: +7 (3812) 68-03-01.
E-mail: prishepa95@mail.ru

С. С. Самолинов, В. Т. Черемисин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

НАКОПИТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье приведена и описана структурная схема предполагаемого накопителя электрической энергии для внедрения на участках постоянного тока. Рассмотрены характеристики накопителя, а также особенности, существующие в разработке и применении разных схемных решений. Представлены задачи, для решения которых возможно применение стационарных накопителей электрической энергии.

Ключевые слова: накопитель электрической энергии, тяговая сеть, силовой преобразователь, характеристики накопителя.

Svyatoslav S. Samolinov, Vasily T. Cheremisin

Omsk state transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

THE STORAGE OF ELECTRICAL ENERGY IN THE DC TRACTION NETWORK

The article presents and describes a block diagram of the proposed electric energy storage device for implementation in DC sections. The characteristics of the drive are considered, as well as the features that exist in the development and application of different circuit solutions. The paper presents problems that can be solved by using stationary electric energy storage devices.

Keywords: the storage of electrical energy, a power train, power Converter, characteristics of the drive.

Внедрение на железнодорожном транспорте систем, управляемых сложными интеллектуальными комплексами, а также повсеместная цифровизация накладывает строгие требования к уровню напряжения и качеству электроэнергии. Примером может служить современный подвижной состав с асинхронным тяговым приводом типа 2ЭС10 Гранит, который по причине конструктивной особенности тягового двигателя очень критично относится к минимальному уровню напряжения в контактной сети. Нередки случаи, когда происходит аварийная остановка электровоза из-за сбоя в системе управления, по причине низкого напряжения на токоприемнике, с

последующим длительным запуском автоматики и простоем состава на перегоне, что, в конечном счете, приводит к нарушению графика движения поездов. Исключить критические провалы напряжения в тяговой сети можно при помощи строительства новой тяговой подстанции, что позволит стабилизировать величину напряжения, подводимое к полосу токоприемнику электровоза, но такое решение проблемы ограничено в виду больших капитальных затрат. Новым техническим решением данной проблемы может служить установка на перегоне накопителей электрической энергии (НЭЭ). Ввиду увеличения выработки электроэнергии при помощи возобновляемых источников энергии, появление необходимости накопления и длительного хранения энергии привело к стремительному росту развития аккумулирующей электроэнергии техники, а по итогу и снижению стоимости накопительных элементов. График изменения стоимости 1 кВт·ч литий-ионного аккумулятора в долларах приведена на рис. 1.

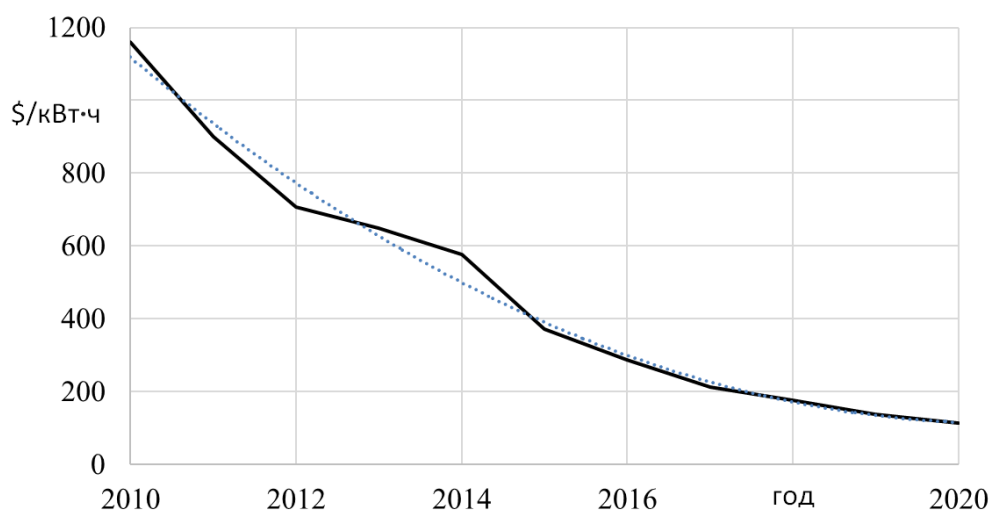


Рисунок 1 – График изменения стоимости литий-ионного аккумулятора

За последние десятилетие стоимость литий-ионного аккумулятора снизилась практически в 10 раз, что позволило рассмотреть возможность разработки и внедрения накопителей на электрифицированном железнодорожном транспорте. Ввиду того, что доля аккумулирующей части в общей стоимости накопительной установки, по укрупнённым показателям, составляет примерно половины стоимости, итоговая стоимость НЭЭ будет постепенно снижаться.

Накопитель НЭЭ в тяговой сети постоянного тока призван решить следующие задачи:

- стабилизации уровня напряжения в контактной сети;

- ликвидации узких мест на электрифицированных участках постоянного тока, с лимитирующим фактором по низкому уровню напряжения;
- приема энергии, рекуперированной подвижным составом;
- повысить пропускную способность участков железных дорог,
- снизить загрузку выпрямительных преобразователей ТП и др.

На участках с рекуперативным торможением НЭЭ обладают принципиальным преимуществом перед инверторами, а именно в возможности отдачи в контактную сеть ранее накопленной энергии рекуперативного торможения подвижным составом, которого лишены инверторы тяговых подстанций, что в конечном итоге позволит снизить расход электрической энергии на тягу поездов. Применение приемников энергии рекуперации т.е НЭЭ позволит поддерживать напряжение в контактной сети в допустимых пределах.

Конструктивно НЭЭ энергии состоит из преобразовательного агрегата и накопительной части. Структурная схема накопителя электрической энергии для тяговой сети постоянного тока приведена на рис. 2.

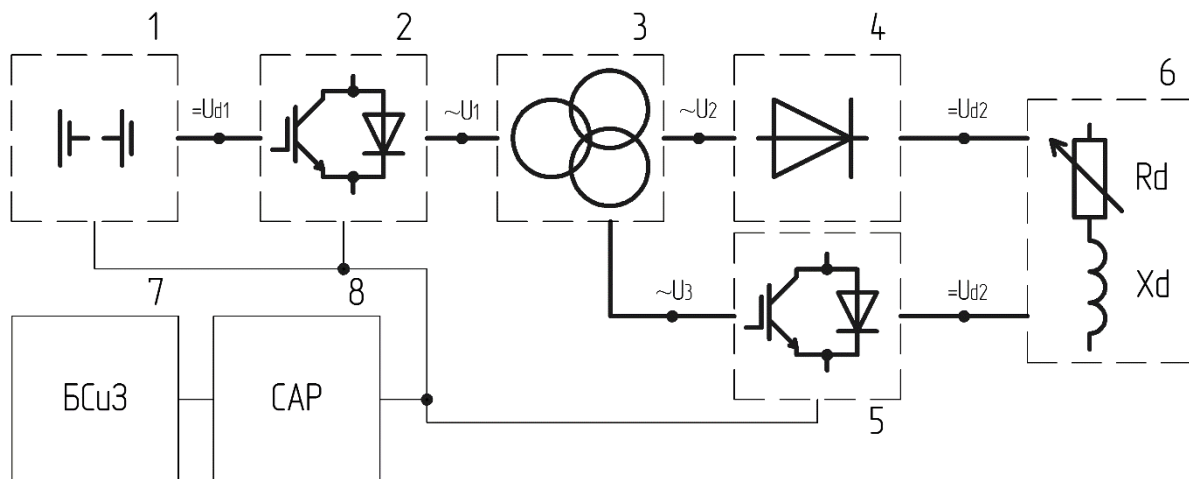


Рисунок 2 – Структурная схема накопителя электрической энергии для тяговой сети постоянного тока

Преобразовательный агрегат состоит из двухобмоточного трансформатора 3 с расщепленной первичной обмоткой, который служит для согласования напряжения, подводимое из контактной U_{d2} сети с напряжением накопительного элемента 1 U_{d1} , а также выпрямительно-инверторной установки 4 и 5 соответственно, собранной по классической схеме 6-пульсового выпрямительно-инверторного преобразователя, выполненный на тиристорах. Двухуровневый трёхфазный инвертор 2 является двунаправленным, позволяет

менять направление мощности как от накопителя в тяговую сеть, так и наоборот. В качестве силовых ключей следует использовать IGBT-транзисторы, имеющие низкие потери в открытом состоянии. Блок сигнализации и защиты, а также блок системы автоматического регулирования и управления работой накопителя под цифрой 7 и 8 соответственно. Подключается НЭЭ к тяговой нагрузке 6 в местах установки постов секционирования (ПСК), а также пунктов параллельного соединения (ППС).

Накопительный элемент может быть выполнен на электрохимических, емкостных накопительных элементах или в виде гибрида. Выбор типа накопительного элемента должен выполняться с учетом характера и продолжительности нагрузки. Особенность тяговой нагрузки в том, что существуют кратковременные пики потребляемой мощности нагрузкой, с последующим выравниваем величины потребляемого тока. Поэтому наиболее оптимальным вариантом накопителя является гибрид, суперкондесаторы способны сглаживать кратковременные броски мощности, а электрохимические аккумуляторы брать на себя основную длительную нагрузку.

Проблемы в области преобразовательной техники для систем накопления электроэнергии связаны главным образом в создании и согласования работы двух инверторов, один из которых является двунаправленным. Требуется разработка системы автоматического регулирования работы накопителя, с введением защит и широтной импульсной модуляции для силовых вентилях. Правильность организации ШИМ модуляции определит величину коэффициента мощности, коэффициента гармонических искажений и КПД всей установки в целом.

Основные характеристики накопителя электрической энергии:

- полная энергоемкость;
- полезная энергоемкость;
- мощность, в режимах заряда и разряда;
- ресурс работы;
- зарядная и разрядная характеристики.

Определить полную, полезную энергоемкость и мощность накопителя можно по формулам 1, 2, и 3 соответственно.

$$W_{\text{ПОЛН}} = C_{\text{НЭЭ}} \times U_{\text{РАЗР}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{ПОЛН}}$ – полная энергоемкость накопителя кВт·ч,

$C_{\text{НЭЭ}}$ – емкость накопителя А·ч,

$U_{\text{РАЗР}}$ – напряжение разряда накопителя В.

$$W_{ПОЛЕЗН} = W_{ПОЛН} - W_O, \quad (2)$$

где $W_{ПОЛН}$ – полезная энергоемкость накопителя кВт·ч,

W_O – остаточная энергоемкость накопителя кВт·ч, часть энергии разряд которой недопекается в силу технологической особенностей режимов разряда литий-ионного аккумулятора.

$$S_{НЭЭ} = I_{РАЗР} \times U_{РАЗР}, \quad (3)$$

где $S_{НЭЭ}$ – мощность накопителя кВт·А,

$I_{РАЗР}$ – ток разряда накопителя А, (можно определить по формуле 4).

$$I_{РАЗР} = \frac{P_{НАГР}}{\eta \times U_{РАЗР}}, \quad (4)$$

где $P_{НАГР}$ – нагрузка на накопительный элемент Вт,

η – КПД инвертора накопительного элемента %.

Работа накопителя электрической энергии определяется режимами питания тяговой сети межподстанционной зоны и характером тяговой нагрузки. Правильный выбор характеристик накопителя будет определять эффективность его работы, а также надежность и продолжительность срока службы. В данный момент отсутствует методика расчета основных параметров накопителя с учетом всех факторов и ограничений, необходимость создания которой вытекает из актуальности и важности задачи повышения пропускной способности и энергетической эффективности.

Список литературы

1. Zherlitsyn, A.G. A gigawatt generator with an in ductive energy storage discharge / A. G. Zherlitsyn, G. G. Kanaev // Instruments and Experimental Techniques. – 2013. – V. 56. – № 3. – P. 287 – 288.
2. Sevilla M., Mokaya R. Energy storage applications of activated carbons: supercapacitors and hydrogen storage // Energy & Environmental Science. – 2014. – V. 7. – № 4. – P. 1250 – 1280.
3. Allègre, A.-L. Energy Storage System With Supercapacitor for an Innovative Subway / A.-L. Allègre [at al.] // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2010. – Vol. 57. – pp. 4001 – 4012.
4. Незевак, В. Л. Перспективы применения накопителей электрической энергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока / В. Л. Незевак, В. Т. Черемисин // Бюллетень научных исследований / Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I. – Санкт-Петербург. – 2015. – № 1 (14). – С. 76 – 83.

5. Шевлюгин, М. В. Совершенствование системы тягового электроснабжения с помощью накопителей энергии / М. В. Шевлюгин // Прил. к журн. «Мир транспорта». Т. 4. – М.: МГУПС. – 2007. – № 1 – С. 35 – 38.

6. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – Томск. – 2016. – № 10. – С. 54 – 64.

7. Черемисин, В. Т. Выбор мест установки накопителей электроэнергии на полигоне постоянного тока по критерию энергоэффективности / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Наука и транспорт. Модернизация железнодорожного транспорта – 2013. – № 2 (6). – С. 48 – 52.

8. Влияние рекуперативного торможения на систему тягового электроснабжения / В. Т. Черемисин, А. С. Вильгельм [и др.] // Локомотив – 2013. – № 8. – С. 5 – 8.

9. Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи / А. Т. Бурков. – М.: Транспорт, 1999. – 464 с.

10. Официальный сайт Системы постоянного тока – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.systemct.ru>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Самолинов Святослав Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС.

Тел.: 89994705993.

E-mail: samolinov97@mail.ru

Черемисин Василий Титович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Профессор кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПС.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Samolinov Svyatoslav Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Postgraduate student at the Department of «Rolling stock of electric Railways » OSTU.

Phone: 89994705993.

E-mail: samolinov97@mail.ru

Cheremisin Vasily Titovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Professor at the Department of «Rolling stock of electric Railways » OSTU.

А. В. Симаков, Р. В. Сергеев, В. В. Харламов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРОВЕРКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В статье рассмотрены особенности ввода в эксплуатацию и испытания оборудования «Цифровых подстанций» в рамках основного направления цифровой трансформации в электроэнергетике. С помощью испытательного комплекса RETOM-61850 выполнено моделирование аварийного режима электросети и зафиксирована реакция устройства защиты на созданное возмущение. Особенности испытания устройств защиты, соответствующих требованиям МЭК-61850 имеют большое значение при вводе в эксплуатацию объектов цифровой электроэнергетики.

Ключевые слова: «Индустрия 4.0», «Цифровая подстанция», МЭК-61850, релейная защита.

Aleksandr V. Simakov, Viktor V. Kharlamov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

TESTING DIGITAL RELAY PROTECTION DEVICES USING SPECIALIZED EQUIPMENT

The article provides a general description of the fourth industrial revolution and the main direction of digital transformation in the electric power industry. The features of commissioning and testing equipment of Digital Substations are considered. Using the test complex RETOM-61850, emergency power supply network simulation was performed. The reaction of the protection device to the generated disturbance is recorded. Tests of protection devices complying with the requirements of IEC-61850 have features. They are important in the construction of digital power facilities.

Keywords: «Industry 4.0», «Digital substation», IEC-61850, relay protection.

Начало XXI века тесно связано с понятием Четвертой промышленной революции, часто именуемой «Индустрия 4.0» – прогнозируемым массовым внедрением киберфизических систем в производство и быт. Важнейшими составляющими «Индустрии 4.0» являются такие технологии, как Большие данные, Интернет вещей, Умные сети, 3D-печать, виртуальная и дополненная реальность и др. [1].

Многие крупные мировые державы находятся на пути масштабного внедрения цифровых технологий в экономику. Российская Федерация также не является исключением и находится на первом этапе цифровизации экономики.

Основанием для цифровой трансформации экономики является указ Президента № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» [2], одной из целей которого является осуществление прорывного научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации. Одним из ключевых положений документа является обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере.

Кроме того, с 2017 года Правительством Российской Федерации утверждена и реализуется национальная программа «Цифровая экономика» [3]. Одной из ее частей является цифровая энергетика – программа цифровизации всех отраслей топливно-энергетического комплекса: электроэнергетики, нефтегаза и угольной сферы.

Ключевым объектом преобразований в электроэнергетике является «Цифровая подстанция» – энергообъект, на котором доступ к информации, её обработка и передача осуществляются в цифровом виде, в отличие от традиционной компоновки подстанции, в которой передача информации осуществляется по аналоговых каналам связи. В первую очередь речь идет об устройствах релейной защиты и автоматики (РЗА)[4].

Главным международным документом, регламентирующим цифровые коммуникации в электроэнергетике, является стандарт IEC-61850 «Сети и системы связи на подстанциях», описывающий форматы потоков данных, виды информации, правила описания элементов энергообъекта и свод правил для организации событийного протокола передачи данных [5].

Область применения стандарта МЭК 61850 – системы связи внутри подстанции. Это набор стандартов, в который входят стандарт по одноранговой связи и связи клиент-сервер, стандарт по структуре и конфигурации подстанции, стандарт по методике испытаний, стандарт экологических требований, стандарт проекта.

В России поэтапно внедряются в работу объекты цифровой энергетики [6 – 8]. Поскольку знания об этих объектах расположены на стыке компетенций, существуют обоснованные опасения относительно их безаварийной эксплуатации. В связи с этим, зачастую полноценному внедрению новых технологий предшествует строительство опытных полигонов.

На площадке Омского НПЗ создан программно-технический комплекс «Цифровая подстанция» (рис. 1). На его площадке продукция ведущих отечественных и зарубежных производителей устройств РЗА и сетевого оборудования объединена в систему согласно требованиям МЭК-61850. Комплекс предназначен для тестирования надежности и устойчивости работы оборудования в режиме реального времени.



Рисунок 1 – ПТК «Цифровая подстанция» АО «Газпромнефть – ОНПЗ»

Целью работы является испытание цифровых устройств релейной защиты и автоматики, соответствующих требованиям МЭК-61850.

Задачами являются формирование сигнала с аварийными параметрами, регистрация реакции терминала защиты на возмущающее воздействие и прием выходных сигналов с устройства защиты.

Для выполнения задач подобного рода требуется специализированный испытательный комплекс, способный формировать и считывать информацию по цифровым протоколам. В ходе работы применяется испытательный комплекс РЕТОМ-61850 производства НПП «Динамика» (рис. 2). Он предназначен для полноценного тестирования устройств РЗА, поддерживающих стандарт МЭК 61850 [9].

Выполним испытание устройства релейной защиты на примере терминала РЗА ЭКРА БЭ2704v011. В начальный момент времени сигнал с аварийными параметрами не подается в сеть, терминал защиты работает в штатном режиме, регистрируя рабочие параметры тока и напряжения ($I=268\text{ А}$, $U_{л}=35\text{ кВ}$). Векторная диаграмма нормального режима приведена на рис. 3.



Рисунок 2 – Испытательный комплекс PETOM-61850

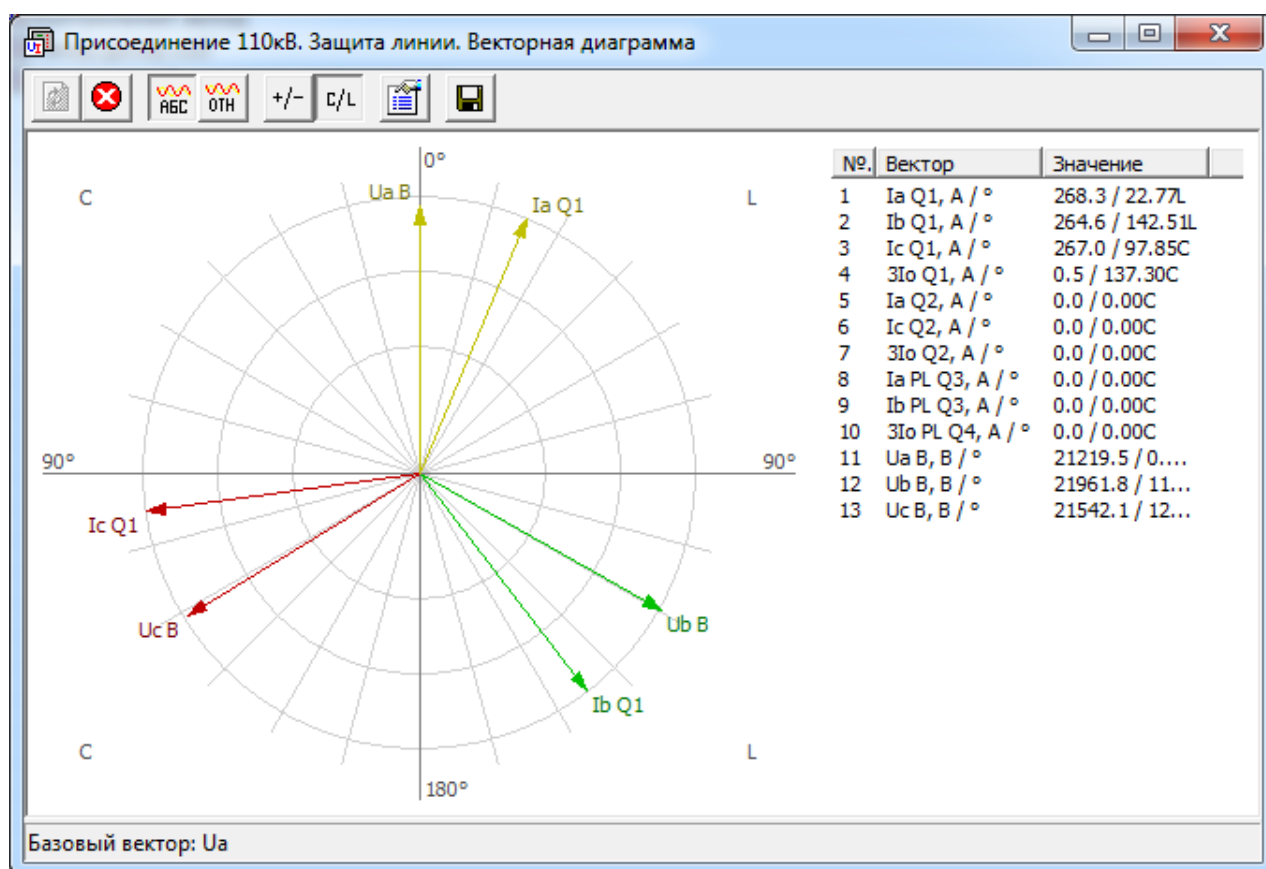


Рисунок 3 – Векторная диаграмма нормального режима с терминала РЗА

В следующий момент времени с помощью PETOM-61850 создается и направляется в сеть подстанции сигнал, содержащий в себе параметры тока и напряжения аварийного режима ($I=4000A$, $U_{л}=26$ кВ). Терминал защиты корректно определяет параметры неисправности (рис. 4).

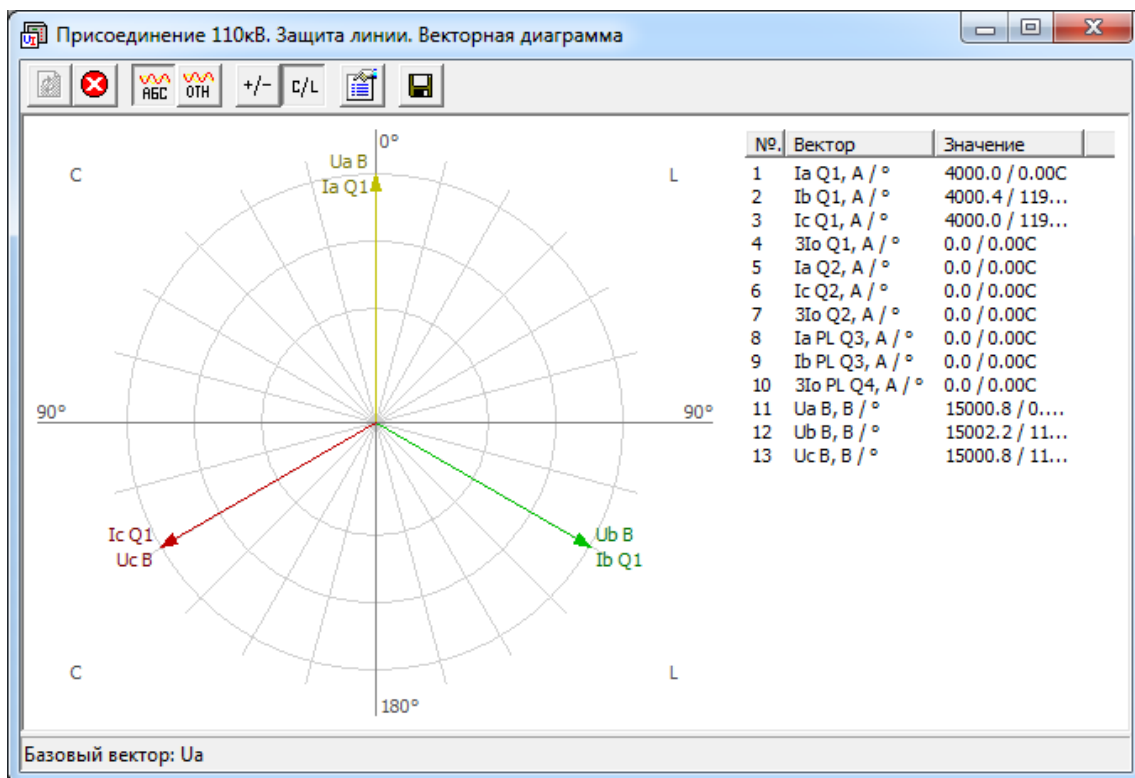


Рисунок 4 – Векторная диаграмма аварийного режима с терминала РЗА

После определения параметров повреждения происходит срабатывание устройства защиты с воздействием на выключатель (защиты полигона выполнены с работой «на сигнал») и выполняется отправка в сеть сообщений о текущем состоянии терминала и о сработавших защитах (рис. 5).

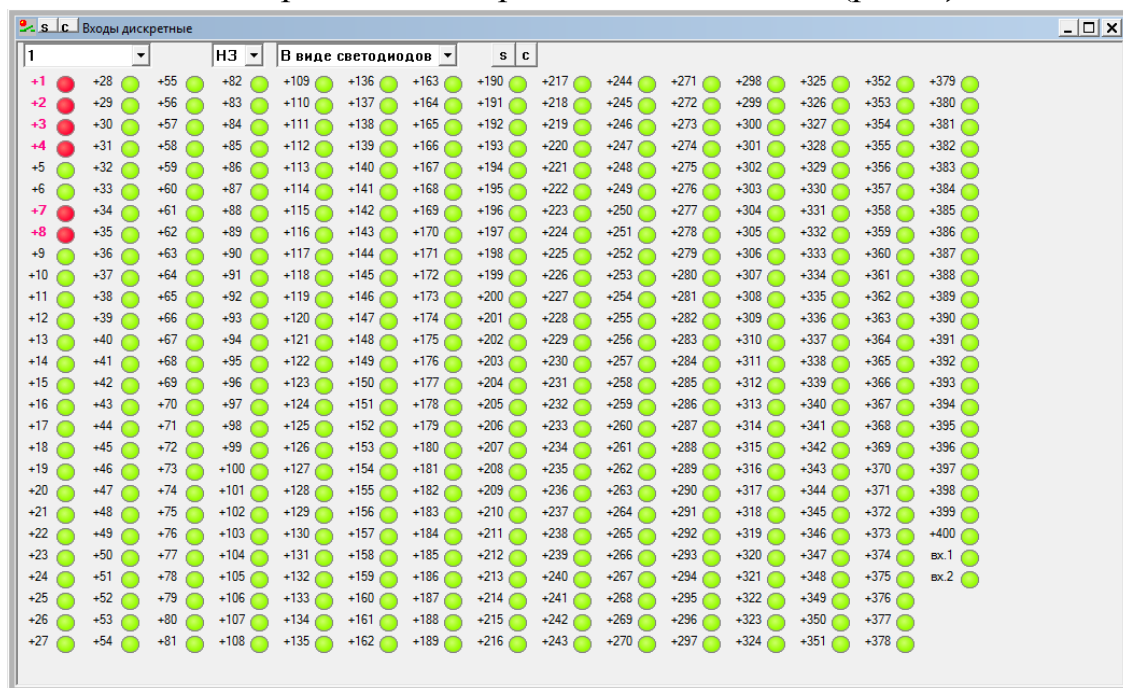


Рисунок 5 – Исходящие сигналы с терминала РЗА

Светодиоды 1 и 2 соответствуют пуску и срабатыванию токовой отсечки (ТО), 3 и 4 сигнализируют о пуске и срабатывании максимальной токовой защиты (МТЗ). Светодиодам 7 и 8 соответствует пуск и срабатывание дистанционной защиты.

Испытание цифровых устройств защиты с помощью современных программных комплексов позволяет вывести техническое обслуживание устройств РЗА на новый уровень. Для эффективного применения данной методики необходим ряд мероприятий, таких как разработка нормативно-технической документации, обучение персонала, развитие компетенций и др.

В ходе работы выполнена проверка цифрового устройства релейной защиты с помощью специализированного комплекса для испытания оборудования, соответствующего требованиям МЭК-61850. В ходе испытаний был сформирован сигнал, содержащий параметры аварийного режима, проверена корректность реакции проверяемого устройства и зафиксированы исходящие сообщения терминала РЗА. Значения токов и напряжений аварийного режима в пределах погрешности распознаны точно, реакция устройства РЗА на возмущающее воздействие корректно, исходящие сообщения содержат полную информацию о срабатывании модулей защиты, исходя из чего можно заключить, что испытание устройств РЗА выполнено корректно.

Список литературы

1. Шевер, Г. От Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0: основные понятия, измерения и компоненты Индустрии 4.0 / Г. Шевер, С. Хюзиг, Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева // Инвестиции в России. – 2019. – № 9 (296). – С. 32 – 40.
2. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» от 07.05.2018 № 204 // М., 2018
3. Государственная программа Российской Федерации «Цифровая экономика Российской Федерации»: от 28.07.2017 № 1632-р // М., 2017.
4. Головщиков, В. О. Цифровая подстанция - основной элемент цифровой электроэнергетической системы / В. О. Головщиков // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2019. – Т. 1. – С. 224 – 225.
5. ГОСТ Р МЭК 61850-7-3-2009. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 3. Классы общих данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-mek-61850-7-3-2009> (дата обращения 10.01.2020).

6. ПАО «СИБУР Холдинг». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/press-center/news/Vvedeny-v-stroy-klyuchevye-obekty-dlya-elektrosnabzheniya-ZapSibNeftekhima/> (дата обращения 10.01.2020).

7. ПАО «ФСК ЕЭС». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/press_center/company_news/?ELEMENT_ID=226377 (дата обращения 10.01.2020).

8. ПАО «Газпром нефть». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/2443184/> (дата обращения 10.01.2020).

9. НПП «Динамика». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dynamics.com.ru/production/retom-61850> (дата обращения 10.01.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Симаков Александр Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: +796569885838.

E-mail: simak_off94@mail.ru

Сергеев Роман Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса, 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Харламов Виктор Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса, 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Simakov Aleksandr Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Postgraduate student of the department

"Electrical machines and general electrical engineering" OSTU.

Phone: +796569885838.

E-mail: simak_off94@mail.ru

Sergeev Roman Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department "Electrical machines and general electrical engineering" OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Kharlamov Viktor Vasilievitch

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Head of Chair of the department "Electrical machines and general electrical engineering" OSTU.

Tel.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

П. С. Соколов, Д. И. Попов, Л. Е. Серкова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА НАУЧНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДА ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В статье описывается разработка научного стенда для проведения исследований метода взаимной нагрузки для испытаний асинхронных двигателей. Приведены параметры двигателей, преобразователей частоты. Отмечены возможности прикладного программного обеспечения, предназначенного для работы со стендом. Сделаны выводы о перспективах применения стенда для научных исследований.

Ключевые слова: испытания, стенд, асинхронный двигатель, преобразователь частоты, переходные процессы, взаимная нагрузка.

Pavel S. Sokolov, Denis I. Popov, Lyubov E. Serkova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF A SCIENTIFIC STAND FOR STUDING OF THE METHOD OF MUTUAL LOAD FOR TESTING INDUCTION MOTORS

The article describes the development of the scientific stand for research of using the mutual load method for testing induction motors. The parameters of motors and frequency converters are given. The possibilities of the application software designed for working with the stand are noted. Conclusions about the prospects of using the stand for scientific researches are made.

Keywords: tests, bench, asynchronous motor, frequency converter, transients, mutual load.

В принятой Правительством РФ «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» в качестве одной из задач поставлено широкое внедрение подвижного состава с бесколлекторными тяговыми двигателями. В настоящее время данная задача активно реализуется путем разработки, производства и внедрения асинхронного тягового привода. Помимо вышесказанного ведется работа по переходу на преобразовательную технику на базе новых достижений в области силовых управляемых полупроводниковых элементов.

Внедрение нового оборудования ставит перед технической наукой

множество задач, например, таких как строительство, дооснащение или модернизация существующих ремонтных депо и заводов для обеспечения возможности проведения ремонта и испытаний нового оборудования. Внедряемое оборудование так же должно иметь высокий уровень энергоэффективности, что напрямую влияет на экономический эффект, получаемый при его внедрении. К наиболее энергозатратным видам оборудования относятся испытательные станции для электрических двигателей, которые позволяют проведения их испытаний под нагрузкой [1, 2].

Существует несколько методов испытаний, позволяющих добиться экономии электрической энергии при испытании электродвигателей. Данный тип испытаний принято называть схемами возвратной работы. Одной из разновидностей данных методов является метод, обеспечивающий испытания электродвигателей путем их взаимной нагрузки [3].

На сегодняшний день существует несколько схем для проведения испытания асинхронных двигателей, которые имеют свои достоинства и недостатки [4-8]. На рисунке 1 представлена структурная схема разрабатываемой испытательной установки, соответствующая схеме в [4]. Данная схема состоит из двух испытуемых асинхронных электродвигателей 1, 2, подключенных к однотипным частотным преобразователям 3, 4. При этом каждый преобразователь состоит из выпрямительных блоков 7, 8, звеньев постоянного тока 16, 17, управляемых инверторов 9, 10, цепи связи по постоянному току. Так же частотные преобразователи имеют возможность подключения к универсальной плате ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов 11, что позволяет взаимодействовать с персональным компьютером 12. Так же на вал одного из двигателей установлен тахогенератор 14. Для снятия осциллограмм и показаний измерительных приборов предусмотрены клеммы подключения 13.

Для минимизации финансовых затрат, а так же уменьшения времени требуемой для разработки данного научного стенда было принято решение частично использовать имеющееся оборудование лабораторных стендов НПП «Учебная техника-Профи» [9]. В состав данных стендов входят: электронные и механические измерительные приборы, преобразователь частоты, персональный компьютер с блоком универсальной платы ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, а также программным комплексом *DeltaProfi*.

Одним из основных элементов разрабатываемой установки являются асинхронные двигатели. Для стенда были выбраны асинхронные двигатели

серии АИС71В4. Со следующими номинальными характеристиками: рабочее напряжение 220/380 В, рабочая частота 50 Гц, номинальная мощность 0,37 кВт, коэффициент мощности $\cos\varphi$ 0,74, КПД 65%.

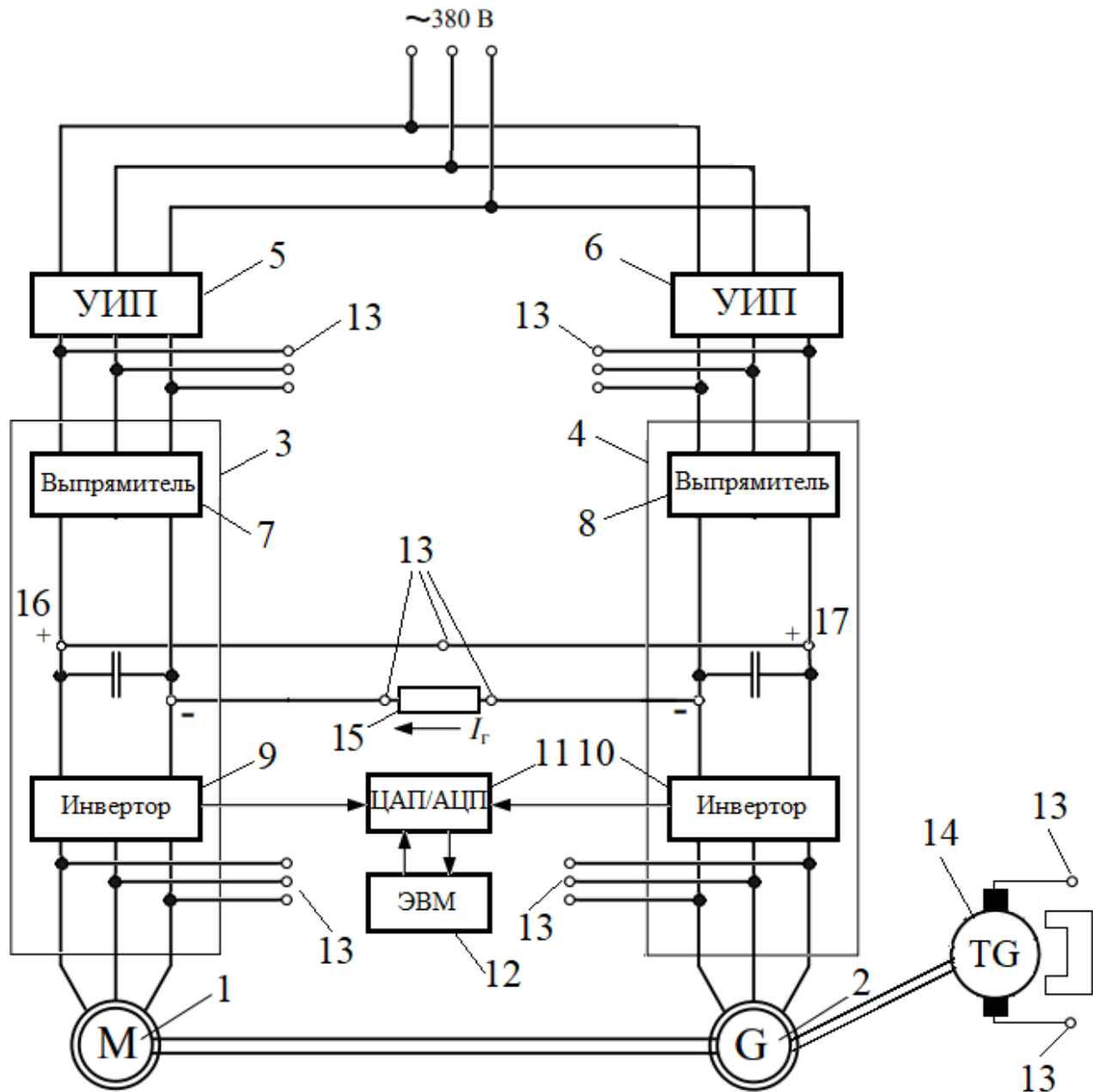


Рисунок 1 – Структурная схема испытаний асинхронных тяговых двигателей методом взаимной нагрузки с использованием двух преобразователей без возможности рекуперации энергии в сеть

Следующим основным элементом являются преобразователи частоты фирмы *Emerson IA* модель *Unidrive SP0401* (рис.2), данный преобразователь в своей конструкции имеет встроенный контроллер, а так же возможность

подключения дополнительных модулей позволяет использовать его для создания высокоточных систем управления электропривода.

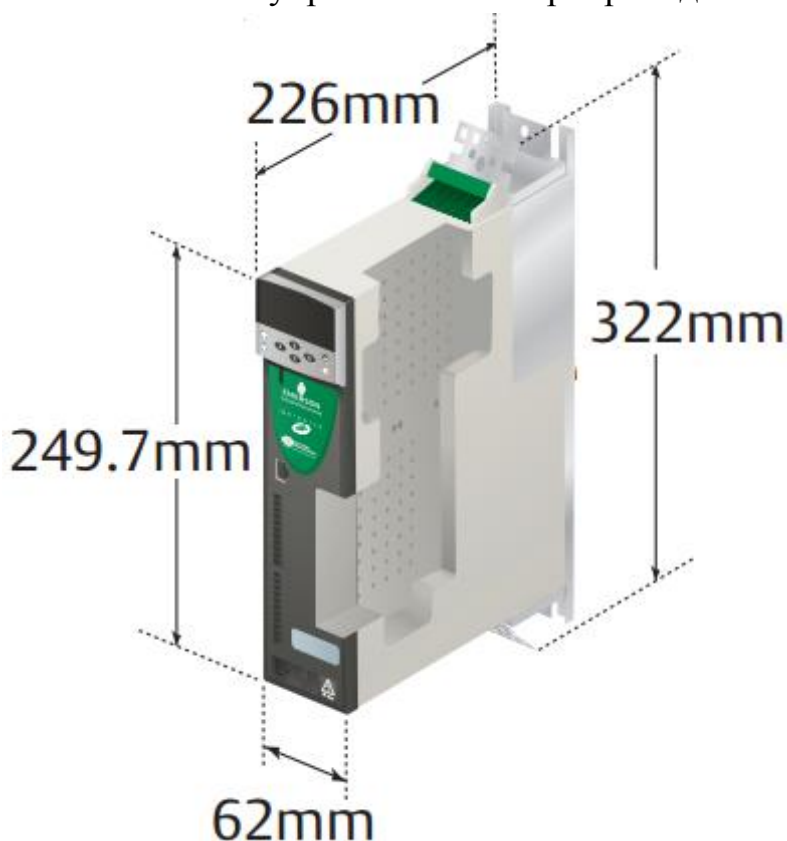


Рисунок 2 – Преобразователь частоты *Unidrive SP0401*, входящий в состав

Входящий в состав лабораторного стенда блок, включающий универсальную плату ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов позволяет взаимодействовать с персональным компьютером и программным комплексом *DeltaPROFI*. Данный программный комплекс может выполнять следующие функции:

- осциллографирование периодических сигналов (рис.3 – 4);
- регистрация изменения мгновенных значений сигналов во времени;
- автоматизация проведения экспериментов;
- автоматическое снятие зависимостей;
- отображение интерактивных мнемосхем с измерениями и управлением;
- реализация функций устройств релейной защиты и автоматики;
- реализация режима передачи сигналов 2IO-Link;
- измерение и регистрация показателей качества электрической энергии.

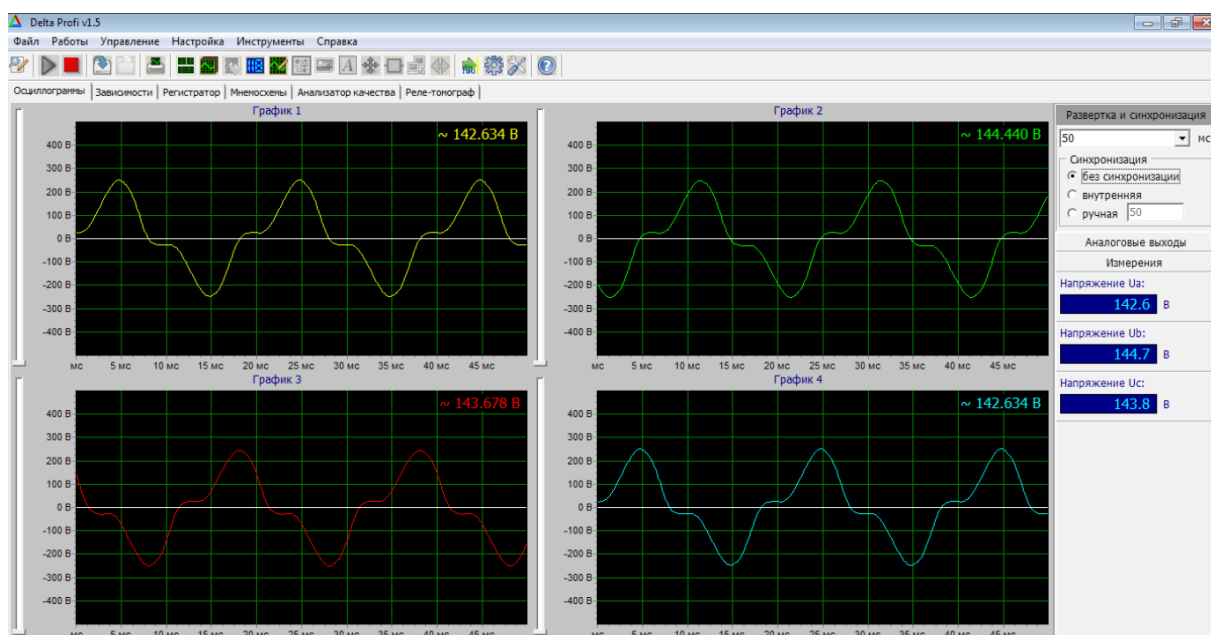


Рисунок 3 – Окно осциллографирования сигналов в программе *DeltaPROFI*

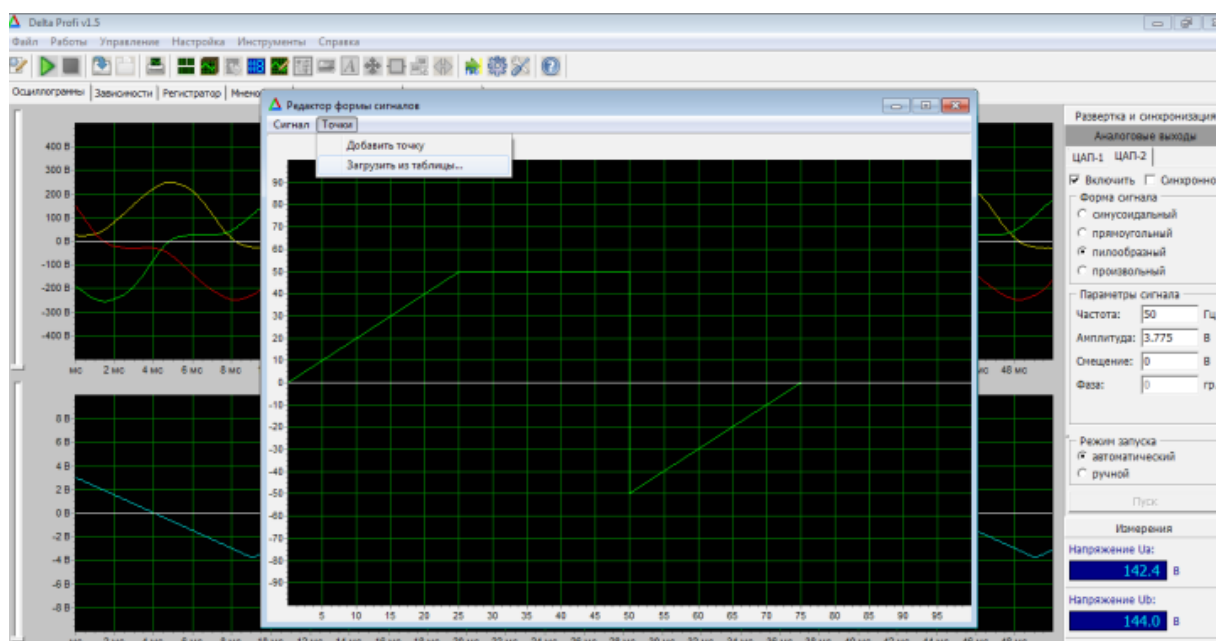


Рисунок 4 – Окно формирования произвольных сигналов управления в программе *DeltaPROFI*

Таким образом, разработанный стенд за счет используемого оборудования и программного комплекса *DeltaPROFI* позволит проводить научные исследования и изучать динамические характеристики асинхронных двигателей, работающих по методу взаимной нагрузки. Следовательно, разработанная установка позволит исследовать вопросы управления стендом для испытания для испытания данных двигателей.

Список литературы

1. ГОСТ 2582-2013. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия. Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартиформ, 2014. – 56 с.
2. ГОСТ 11828-86. Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний. Введ. 01.07.1987. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 31 с.
3. Харламов, В. В. Совершенствование технологии испытаний асинхронных тяговых двигателей локомотивов: Научная монография / В. В. Харламов, Д. И. Попов, А. В. Литвинов. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2016. – 160 с.
4. Попов, Д. И. Научные основы создания энергоэффективных методов и средств испытаний электрических машин / Д. И. Попов. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019. – 175 с.
5. Патент 140678 РФ. Схема испытаний асинхронных двигателей методом их взаимной нагрузки / Д. И. Попов, В. Д. Авилов, А. В. Литвинов. Оpubл. 20.05.2014. Бюл. № 14.
6. Патент 99186 РФ. Стенд для испытаний асинхронного тягового электродвигателя / Л. Г. Козлов, С. С. Осипов, В. П. Феоктистов, В. А. Коновалов. Оpubл. 10.11.2010. Бюл. № 31.
7. Патент 178716 РФ. Стенд для испытания асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки / В. В. Харламов, Д. И. Попов. Оpubл. 17.04.2018. Бюл. № 11.
8. Патент 163996 РФ. Схема испытания асинхронных электродвигателей методом их взаимной нагрузки / В. В. Харламов, Д. И. Попов, С. О. Руменко, А. И. Стретенцев. Оpubл. 20.08.2016. Бюл. № 23.
9. ООО «ЛАБСИС». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://labsys.ru/upload/iblock/ac3/ac3710299ed886f229e14bafd85a9bb9.pdf> (дата обращения 10.01.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Соколов Павел Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sokolov Pavel Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Postgraduate student of the department
"Electrical machines and general electrical
engineering" OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Попов Денис Игоревич

Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса, 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электрические машины и общая
электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27
E-mail: emoe@omgups.ru

Popov Denis Igorevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer
of the department "Electrical machines and
general electrical engineering" OSTU.
Tel.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Серкова Любовь Ефимовна

Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса, 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электрические машины и общая
электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

Serkova Lyubov Efimovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer
of the department "Electrical machines and
general electrical engineering" OSTU.
Tel.: (3812) 31-18-27.
E-mail: emoe@omgups.ru

УДК 340.12

В. Е. Степанов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОРИТАРНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Рассматривается специфика функционирования права в условиях авторитаризма. Деятельность авторитарных режимов связана с созданием норм права, ограничивающих политическую конкуренцию, усиливающих контроль над деятельностью СМИ, включая цензуру, обеспечивающих значительное усиление власти главы государства. Устойчивость данного типа политического режима обусловлена как способностью к политической и правовой трансформации, так и слабостью развития институтов гражданского общества в стране.

Ключевые слова: государство, политический режим, авторитаризм, средства массовой информации, законотворчество, права и свободы.

SOME ASPECTS OF THE LEGAL REGULATION OF AUTHORITARIAN POLITICAL REGIMES

The specifics of the functioning of law under authoritarian conditions is considered. The activities of authoritarian regimes are associated with the creation of legal norms that limit political competition, strengthen control over the activities of media, including censorship, providing a significant increase in the power of the head of state. The stability of this type of political regime is due to both the ability to political and legal transformation, and the weak development of civil society institutions in the country.

Keywords: government, political regime, authoritarianism, mass media, lawmaking, rights and freedoms

Обращение к проблеме функционирования различных типов политических режимов является крайне актуальным с точки зрения исследования различных общественных наук. Именно понятие «политический режим» в значительной степени отражает содержание политических процессов, происходящих в государстве, представляя собой совокупность конкретных методов и инструментов реализации властных полномочий.

При этом именно специфические особенности функционирования системы права являются наглядным выражением того или иного типа политического режима. Согласимся с предложенным мнением В.О. Миронова и Н.В. Зин, которые указывают на то, что «политический режим – не только понятие, категория, но и межотраслевой институт, закрепленный в наиболее социально значимых нормах большинства отраслей права. Как особый институт политический режим представляет систему юридических норм различных отраслей права» [1, с. 8].

Авторитарный режим, построенный на значительном ограничении прав и свобод граждан, особенно в политической сфере, имитации демократических выборов при сугубо формальном характере их проведения, усилением контроля над деятельностью средств массовой информации, включая интернет-ресурсы, формирует специфическую систему законодательства, ориентированную на сохранение монополии во власти.

Распространенность в настоящее время авторитарных режимов поднимает вопрос относительно причин их устойчивости, что обусловлено

целым рядом факторов, среди которых особую роль играет действующая система права. Именно правоприменительная практика в условиях авторитаризма является предметом изучения данной публикации.

В условиях активного развития постиндустриального общества ценность информации возрастает не только в качестве обмена мнениями, но и становится важным источником анализа событий, происходящих в государстве. Реализация права гражданами на получение информации является одним из ключевых критериев определения типа политического режима. При этом реализация средствами массовой информации функции «четвертой власти» возможно лишь при наличии независимости других трех: исполнительной, законодательной и судебной.

Стремительно растущее число пользователей интернета в значительной степени снижает аудиторию телевидения, радио, печатных изданий, аудитория традиционных средств массовой информации стремительно стареет. Это, в свою очередь, требует от политической элиты авторитарных режимов приложения значительных усилий для сохранения статус-кво в стремительно меняющемся информационном пространстве. Государства, построенные по принципу «разрешено все, кроме политики», создают специфические модели регулирования медиа.

Средства массовой информации при авторитаризме выполняют важную роль, создавая «картину мира», которую власть активно транслирует населению. Весьма дискуссионной является позиция Е.Н. Ярмоновой, которая полагает что авторитарный режим «по отношению к общественному сознанию граждан в своем государстве не предпринимает активных действий» [2, с. 8]. Напротив, страны с данными типами режимов тратят значительные средства на содержание государственных пропагандистских средств массовой информации, предлагая читателю, слушателю, зрителю собственную версию происходящих событий в стране и мире, которые зачастую в значительной мере отличается от объективных фактов.

Исследование Э. Фридмана, Р. Шейфера и С. Антоновой, посвященное изучению воздействия авторитарных политических режимов стран Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан) на свободу слова и печати, указывает на значительные ограничения, действующие в данных государствах [3]. Так, в Казахстане государство активно ограничивает иностранное участие в создании средств массовой информации: «запрещается иностранцам и иностранным юридическим лицам, лицам без гражданства прямо и (или) косвенно владеть, пользоваться, распоряжаться и (или) управлять более 20

процентами акций (долей, паев) юридического лица - собственника средства массовой информации в Республике Казахстан или осуществляющего деятельность в этой сфере» [4]. Таким образом, государства пытаются в значительной степени ограничить воздействие иностранных государств на формирование информационной повестки. Значительно ужесточились санкции в отношении лиц, распространяющих информацию в прессе: санкции до трех лет лишения свободы за клевету и до 12 лет за распространение ложной информации [5, с. 130].

Идеологическое влияние на формирование и изменение норм права при авторитаризме является минимальным, что позволяет более эффективно решать насущные задачи как социально-экономического развития, так и обеспечения господства в рамках политической системы государства. Это позволяет «праву развиваться сравнительно самостоятельно, то есть процесс модификации права носит неискusstвенный характер» [6, с. 110].

Искусственная многопартийность, формируемая при авторитарных режимах, наряду с правящей партией включает лишь «партии-статисты», которые, регулярно участвуя в выборах различных уровней, фактически на власть не претендуют, создавая видимость оппозиционной деятельности в строго определенных властями формах. Реальные оппозиционные деятели до выборов не допускаются. Поскольку социологические опросы могут показывать снижение рейтинга доверия населения к правящей партии, правящая элита может инициировать внесение изменений в процедуру проведения выборов.

Например, пропорциональная избирательная система может быть заменена мажоритарной или смешанной. Это позволяет правящей партии обеспечивать свою гегемонию в парламенте не столько через получение мест по партийным спискам, сколько через выдвижение кандидатов по одномандатным округам, которые в процессе избирательной кампании могут позиционировать себя как независимые кандидаты, то есть формально не связанные ни с одной из политических партий. Но после избрания по конкретному избирательному округу избранные кандидаты вливаются в состав фракции, состоящей из представителей правящей партии. Данный пример является иллюстрацией государственно-управленческого решения – «осознанно сделанного субъектом государственного управления выбора целенаправленного воздействия на социальную действительность, официально выраженного и закрепленного в установленной форме» [7, с. 109].

Построение авторитарных режимов неизбежно ведет к нарушению баланса между исполнительной, законодательной и судебной властями, делает

невозможным функционирование принципа разделения властей. В условиях авторитаризма подобный дисбаланс, как правило, находит свое выражение в виде усиления института исполнительной власти, возглавляемого главой государства.

Наглядным примером усиления института главы государства в процессе развития авторитаризма является еще одно государство на постсоветском пространстве – республика Беларусь. Действующий президент страны А. Лукашенко был избран на занимаемую должность в 1994 году. В течение всего периода правления страна эволюционировала в сторону суперпрезидентской республики с неограниченными полномочиями главы государства.

В результате проведенного референдума 17 октября 2004 г. были внесены поправки в статью 81 Конституции республики Беларусь, которые позволили избираться на должность президента неограниченное количество раз (ранее действовало ограничение в два срока). Право на роспуск обеих палат парламента, издание президентских декретов, имеющих статус закона, участие в формировании высших судебных органов власти (Конституционного и Верховного судов) наряду с правом снимать судей с их должностей – все это делает институт президентства в Беларуси ключевым элементом политической системы государства. В настоящее время А. Лукашенко работает уже пятый президентский срок, в 2020 году состоятся выборы на должность главы государства, в которых вероятность участия действующего главы государства очень высока. Несменяемость власти, имеющая соответствующую юридическую основу, обеспечивает авторитаризму главное условие его существования – политическое господство.

Развитие авторитарных режимов также сопровождается формированием культа личности главы государства. Так, Президент Казахстана Н. Назарбаев в 2010 г. был наделен особым статусом лидера нации – «елбасы». Статус лидера нации наделен дополнительными полномочиями и привилегиями. Например, все выдвигаемые им инициативы подлежат рассмотрению государственными органами и должностными лицами, в свою очередь, иные законодательные инициативы основным направлениям внутренней и внешней политики в обязательном порядке должны согласовываться с лидером нации, он обладает неприкосновенностью и не может быть привлечен к юридической ответственности. В марте 2019 г. был подписан Указ Президента о переименовании столицы Казахстана Астаны в Нур-Султан [8].

Происходившая смена власти в Казахстане совсем не означает ухода от

власти Н. Назарбаева. Сохранив посты главы Совета безопасности, члена Конституционного совета и председателя правящей партии «Нур Отан», он фактически сохранил ключевые властные полномочия, не являясь в настоящее время президентом, «находясь «за спиной» второго президента и одновременно – над ним... в стране формируется уникальная конфигурация авторитарной политической системы и суперпрезидентской вертикали власти» [9, с. 37].

Таким образом, проблема сохранения власти авторитарными режимами неизбежно ставит вопрос формирования и развития соответствующей нормативно-правовой основы. Не имея столь явно выраженной идеологической основы, свойственной тоталитарным режимам, авторитаризм ориентирован на обеспечение политической гегемонии, которая достигается за счет значительного контроля над средствами массовой информации, ограничения политической конкуренции в стране, обеспечения механизмов транзита власти при ее фактическом ее сохранении в руках правящей политической элиты.

Список литературы

1. Миронов, В. О. О понятии и формах политического режима / В. О. Миронов, Н. В. Зин // Вестник международного института управления. – 2017. – №1. – С. 7 – 13.
2. Ярмонова, Е. Н. Авторитарный режим как разновидность политических режимов / Е. Н. Ярмонова // Модернизация и устойчивое развитие современного общества: экономические, социальные, философские, политические, правовые, общенаучные тенденции. Материалы международной научно-практической конференции. – Новосибирск-Тихорецк-Саратов-Краснодар, 2017. – С. 104 – 106.
3. Фридман, Э. Два десятилетия репрессий: неистребимость авторитарного контроля над средствами массовой информации в Центральной Азии / Э. Фридман, Р. Шейфер, С. Антонова // Центральная Азия и Кавказ. – 2010. – № 4. – С. 108 – 127.
4. Закон Республики Казахстан от 23 июля 1999 года № 451-І «О средствах массовой информации» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.04.2019 г.). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1013966#pos=49;-155 (дата обращения: 18.01.2020).
5. Грабельников, А. А. Свобода слова и безопасность журналистов как актуальные проблемы СМИ Казахстана / А. А. Грабельников, И. К. Мамбетова // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2015. – № 3. – С. 129 – 137.

6. Тирских, М. Г. Право в государствах с авторитарным политическим режимом / М. Г. Тирских // Сибирский юридический вестник. – 2011. – №3(54). – С. 109 – 115.

7. Теория государственного управления: учебное пособие / П. Н. Путилов [и др.]. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 130 с.

8. Указ Президента Республики Казахстан «О переименовании города Астаны – столицы Республики Казахстан в город Нур-Султан – столицу Республики Казахстан» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=34234139 (дата обращения: 18.01.2020).

9. Грозин, А. Элиты республики Казахстан и проблема транзита высшей власти / А. Грозин // Постсоветский материк. – 2019. – №3 (23). – С. 34 – 43.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Степанов Владислав Евгеньевич
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат исторических наук, доцент кафедры
«Таможенное дело и право» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 53-58-73.
E-mail: stepanov.vladislav2009@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Stepanov Vladislav Evgenyevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Candidate of Historical sciences, docent at the
Department of «Customs matter and law» OSTU.
Phone: (3812) 53-58-73.
E-mail: stepanov.vladislav2009@yandex.ru

УДК 629.4.016.2:621.4.082

В. Ф. Тарута, Л. В. Милютина, М. В. Глухова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПЕРЕРАСХОДА ТОПЛИВА ТЕПЛОВОЗАМИ 2ТЭ116У В ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье рассмотрены вопросы недоиспользования полной мощности дизель-генераторных установок грузовых тепловозов, а также потери, связанные с увеличением удельного эффективного расхода топлива тепловозами в эксплуатации.

Ключевые слова: тепловоз, эксплуатация, дизель, режим работы, расход топлива.

ANALYSIS OF THE REASONS FOR EXCESSIVE CONSUMPTION OF FUEL DIESEL LOCOMOTIVES 2TE116U IN OPERATION

The article discusses the issues of underutilization of the full capacity of diesel-generator sets of freight diesel locomotives, as well as losses associated with an increase in the specific effective fuel consumption of diesel locomotives in operation.

Keywords: diesel locomotive, operation, diesel, operation mode, fuel consumption.

Одним из факторов, определяющих энергетическую эффективность тепловоза в эксплуатации, является теплотехническое состояние дизеля, интегральным показателем которого является величина удельного эффективного расхода топлива. Увеличение удельного эффективного расхода топлива на 20 % даже при сохранении мощности дизель-генераторной установки (ДГУ) приводит к снижению КПД тепловоза на 16 % и возрастанию расхода топлива за поездку на 19 %. [1].

В эксплуатации основными факторами роста удельного эффективного расхода топлива являются:

- ненадлежащее качество ремонта топливной аппаратуры дизеля;
- некачественная настройка параметров АСРГ и всережимного регулятора при проведении реостатных испытаний;
- ухудшение его технического состояния в процессе эксплуатации.

В двух последних случаях увеличение удельного эффективного расхода топлива сопровождается снижением мощности дизель-генераторной установки, что приводит к еще большему уменьшению КПД тепловоза и увеличению расхода топлива.

С поступлением на железные дороги России новых локомотивов, оснащенных бортовыми микропроцессорными системами, сбор и анализ данных о режимах их работы стал ключом к пониманию процессов, происходящих при эксплуатации локомотивов.

ООО «ТМХ-Сервис» с 2012 года использует показания МСУ для мониторинга технического состояния локомотивов, выявления предотказных состояний, контроля нарушения режимов эксплуатации [2].

Первыми были проанализированы режимы работы ДГУ тепловозов, позволяющие выявить на каких позициях контроллера машиниста наиболее

часто работают локомотивы. Оптимальный режим работы всех отечественных дизель-генераторных установок рассчитывается на 15-ю позицию контроллера машиниста. Однако обработка статистических данных показала, что 15-я позиция используется не так часто.

Распределение времени работы тепловоза 111-ти секций тепловозов 2ТЭ116У (Октябрьской, Приволжской и Свердловской Дирекций тяги) по позициям контроллера машиниста в процентах представлено на рис. 1 [2].

Из рис. 1 видно, что на «высоких» позициях контроллера машиниста (с 11-й по 15-ю) дизель-генераторные установки работают всего 15 % времени, а больше всего времени работают на «низких» позициях (29 %).

Так как расход топлива тепловозом в эксплуатации пропорционален выполненной работе (без учета расхода топлива на холостом ходу), то по данным МСУ произведен анализ среднего значения мощности ДГУ и времени работы на каждой позиции контроллера машиниста (табл. 1).

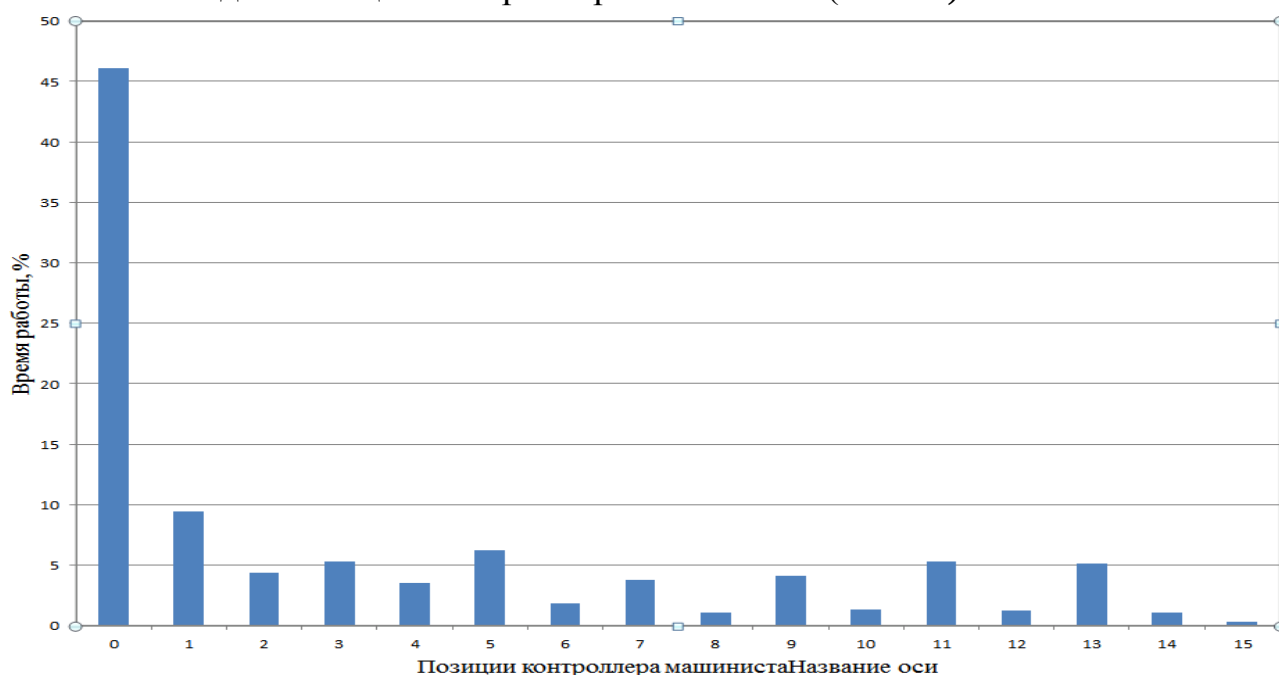


Рисунок 1 – Распределение времени работы ДГУ тепловозов 2ТЭ116У по позициям контроллера машиниста

Учитывая возможные погрешности измерения параметров ДГУ, изменение режимов работы вспомогательных агрегатов тепловоза, а также и изменение атмосферных условий эксплуатации, можно считать приемлемым среднеэксплуатационный уровень мощности дизель-генераторной установки тепловоза на 11-й позиции контроллера машиниста, если он находится в пределах 1500 – 1600 кВт.

Исследования, проведенные специалистами ВНИКТИ, показали, что при этом значительная часть исследуемых тепловозов по ряду причин в эксплуатации работает с пониженной мощностью [3].

Например, на 23 обследованных секциях тепловозов 2ТЭ116 только одна секция имела мощность ДГУ, превышающую 1600 кВт и лишь у 5-ти секций мощность ДГУ находилась в заданных пределах.

Повышенное значение мощности по сравнению с другими секциями тепловозов 2ТЭ116 обусловлено неправильной настройкой рычажной передачи привода реек топливных насосов высокого давления (ТНВД).

Распределение мощности секций тепловозов 2ТЭ116У на 11-й позиции контроллера машиниста представлено на рис. 2.

Таблица 1

Анализ работы тепловозов по позициям контроллера машиниста

Позиция КМ	Время работы, ч	Время работы, %	Номинальная мощность, кВт	Работа, кВт · ч	Работа, %
0	822,45	46,1		—	—
1	168,84	9,4	105	17728	2,1
2	80,32	4,4	185	14859	1,7
3	95,3	5,3	340	32402	3,7
4	62,63	3,5	550	34448	4,0
5	110,28	6,2	775	85468	10,0
6	34,29	1,8	950	32574	3,8
7	68,18	3,8	1058	71933	8,0
8	18,66	1,1	1175	21928	2,5
9	73,24	4,1	1225	89714	10,0
10	22,59	1,3	1375	31055	3,6
11	94,15	5,3	1520	143110	17,0
12	20,85	1,2	1745	36376	4,2
13	95,95	5,1	1900	182313	21,0
14	18,59	1,1	2065	38378	4,4
15	5,36	0,3	2210	11839	1,4

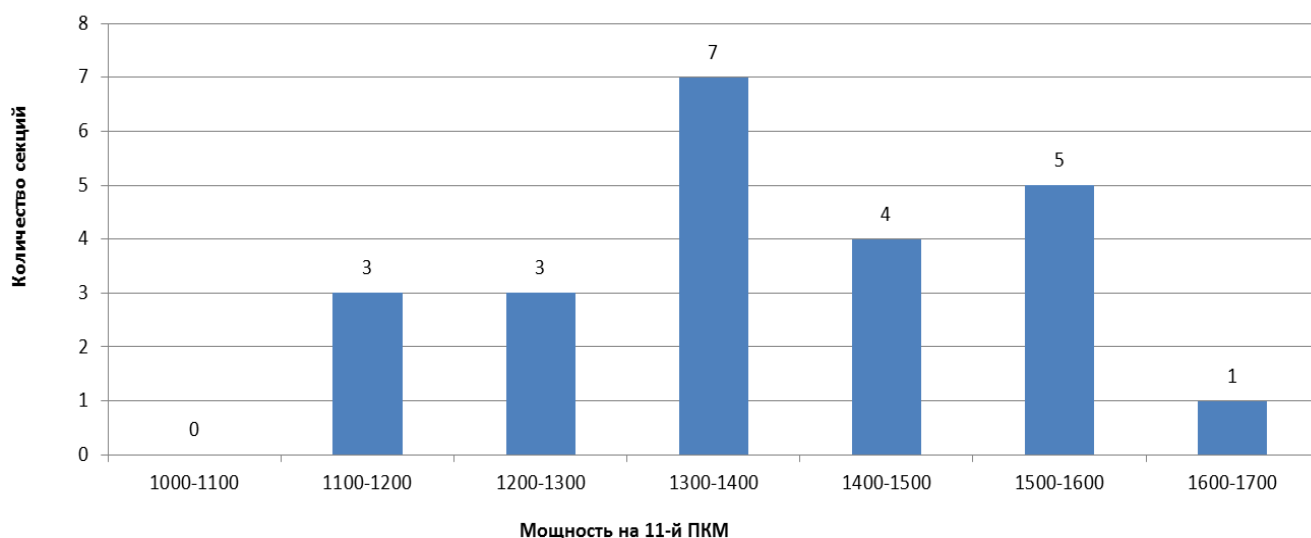


Рисунок 2 – Распределение мощности секций тепловозов 2ТЭ116У на 11-й позиции контроллера машиниста

Анализ распределения мощности секций тепловозов серии 2ТЭ116У на 11-й позиции контроллера машиниста (рис. 2) показал, что мощность в пределах 1500 – 1600 кВт имеют не более 22 % тепловозов серии 2ТЭ116.

Мощность дизель-генераторных установок остальных 78 % локомотивов в эксплуатации существенно меньше номинальной, а более 25 % тепловозов серии 2ТЭ116У эксплуатируются с мощностью меньше 1300 кВт, что показывает недоиспользование мощности ДГУ от 20 до 26%. Тяговые свойства тепловозов используются в неполной мере, а дизели работают с уменьшенной мощностью и, как следствие, с увеличенным удельным эффективным расходом топлива.

На рис. 3 представлен удельный расход топлива дизель-генераторной установки 18-9ДГ тепловоза серии 2ТЭ116У [23].

Используя показатели расхода топлива дизелей серии Д49 по позициям контроллера машиниста (рис. 3), можно подсчитать, насколько экономично будет работать тепловоз 2ТЭ116 с настройкой дизель-генераторной установки требованиям завода-изготовителя.

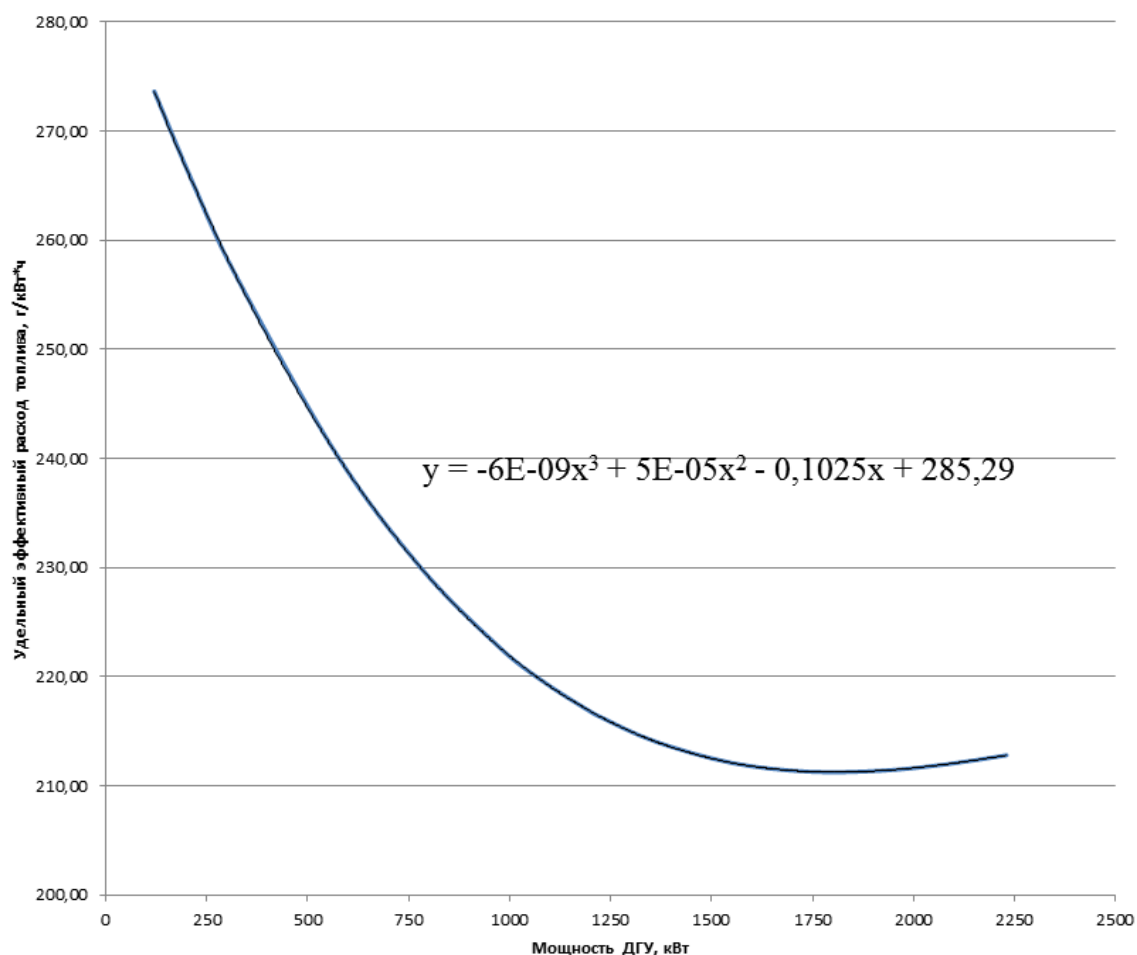


Рисунок 3 – Удельный расход топлива ДГУ 18-9ДГ тепловоза 2ТЭ116У

Два варианта настройки мощности ДГУ по позициям контроллера машиниста при проведении реостатных испытаний тепловозов серии 2ТЭ116У, а так же соответствующие им расходы топлива тепловозами в эксплуатации приведены в табл. 2. Первый вариант (В1) соответствует работе на пониженной мощности, второй вариант (В2) – на номинальной мощности.

Таблица 2

Сравнительный расчет экономичности тепловозов в эксплуатации

Позиция КМ	Время работы, ч	Время работы, %	Мощность, кВт		Работа, кВт·ч		Расход топлива, кг	
			В1	В2	В1	В2	В1	В2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	822,45	46,1	–	–	–	–	–	–
1	168,84	9,4	96	120	16029	20261	5590	5545
2	80,32	4,4	176	220	14136	17670	4749	4684
3	95,3	5,3	260	325	24778	30973	8112	7962

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	62,63	3,5	456	570	28559	35699	8867	8639
5	110,28	6,2	624	780	68815	86018	20588	20035
6	34,29	1,8	776	970	26609	33261	7752	7565
7	68,18	3,8	864	1080	58908	73634	16950	16594
8	18,66	1,1	952	1190	17764	22205	5059	4974
9	73,24	4,1	984	1230	72068	90085	20461	20152
10	22,59	1,3	1088	1360	24578	30722	6920	6860
11	94,15	5,3	1240	1550	116746	145933	32635	32718
12	20,85	1,2	1392	1740	29023	36279	8101	8225
13	95,95	5,1	1536	1920	147379	184224	41279	42435
14	18,59	1,1	1664	2080	30934	38667	8721	9064
15	5,36	0,3	1784	2230	9562	11953	2719	2855
Итого расход топлива на выполнение одной и той же работы:							198503	198305

Анализ данных табл. 2 показал, что в случае настройки ДГУ на заданную мощность, тепловоз серии 2ТЭ116 может выполнить одну и ту же работу с экономией дизельного топлива до 200 кг, чем в случае работы с пониженной мощностью. Приведенные данные свидетельствуют, что проблема недоиспользования в эксплуатации мощности дизель-генераторных установок тепловозов 2ТЭ116У актуальна.

Выполненная проверка показала, что из 17 исследуемых секций тепловозов серии 2ТЭ116, мощность ДГУ меньше 1500 кВт по следующим причинам:

у 12-и секций уменьшение мощности вызвано неправильной настройкой рычажной передачи привода реек ТНВД и характеристик датчика линейных перемещений (ДЛП) реек ТНВД;

у двух секций уменьшение мощности ДГУ обусловлено ухудшением технического состояния дизеля, а именно неисправностью топливной аппаратуры некоторых цилиндров;

у трех секций тепловозов серии 2ТЭ116 выявлена работа с минимальной мощностью в связи с отключением тяговых двигателей.

Таким образом, более чем в 50 % случаев мощность ДГУ тепловозов может быть восстановлена регулировкой рычажной передачи привода реек ТНВД и коррекцией характеристики датчика ДЛП исполнительного устройства электронного регулятора дизеля (ЭРД). Причем небольшая трудоемкость этих операций позволяет выполнить их даже во время проведения технического обслуживания ТО-2.

Можно сделать вывод, что в отличие от многих других проблем, связанных с эксплуатацией и техническим обслуживанием новых локомотивов, решение проблемы недоиспользования в эксплуатации мощности дизель-генераторных установок в большинстве случаев не требует больших затрат времени и средств.

Список литературы

1. Игин, В. Н. Сбережению электроэнергии – повышенное внимание / В. Н. Игин // Локомотив. – 2011. – № 3. – С. 4 – 5.
2. Лакин, И. К. Анализ режимов работы тепловозов 2ТЭ116У по данным бортовых МСУ / И. К. Лакин, В. А. Мельников, Д. И. Габа // Локомотив. – 2015. – № 5. – С. 34 – 36.
3. Принципы работы и диагностика системы регулирования мощности дизель-генератора тепловоза 2ТЭ116У / Ю. В. Бабков [и др.] // Локомотив. – 2012. – № 11. – С. 23 – 27.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тарута Виктор Федорович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Соискатель научной степени, доцент
кафедры «Локомотивы» ОмГУПС.
Тел.: +7(3812) 31-34-17.

Милютин Лариса Владимировна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Локомотивы» ОмГУПС.
Тел.: +7(3812) 31-34-17.
E-mail: Milutina1965@mail.ru

Глухова Мария Викторовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Теплоэнергетика» ОмГУПС.
Тел.: +7(3812) 31-06-23.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Taruta Viktor Fedorovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
The competitor of scientific degree associate
professor of the department "Locomotives" OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.

Milyutina Larisa Vladimirovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D., assistant professor of the department
"Locomotives" OSTU.
Phone: (3812) 31-34-17.
E-mail: Milutina1965@mail.ru

Glukhova Maria Viktorovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D., assistant professor of the department
"Heat power engineering" OSTU.
Phone: (3812) 31-06-23.

А. А. Терещенко, А. В. Кокшаров, Е. Н. Мироненко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ СПОРТИВНО-МАССОВОЙ РАБОТЫ СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КУРСОВ В ОМГУПСе

В статье раскрывается содержание комплекса спортивно-массовых мероприятий для студентов первого курса ОмГУПС, объединенных в Спартакиаду «Первый спортивный семестр». Проанализирована актуальность и эффективность данного мероприятия для решения задач ускорения адаптации студентов к условиям обучения в вузе, формирования мотивации к здоровому образу жизни, положительного отношения к ценностям физической культуры и спорта.

Ключевые слова: студенты, Спартакиада, спортивный праздник, спортивно-массовые мероприятия.

Aleksey A. Tereshchenko, Andrey V. Koksharov, Egor N. Mironenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ACTUAL ISSUES OF IMPLEMENTATION SPORTS AND MASS WORK AMONG STUDENTS OF INITIAL COURSES IN OSTU

The article reveals the contents of the complex of sports events for first-year students of OSTU, united in the "First Sports Semester" sports day. The relevance and effectiveness of this event to solve the problems of accelerating the adaptation of students to the conditions of study at the university, the formation of motivation for a healthy lifestyle, and a positive attitude to the values of physical culture and sports are analyzed.

Keywords: students, sports day, sports festival, sports events.

Вопросы развития физической культуры и спорта в Российской Федерации являются приоритетными в государственной политике, от их своевременного и эффективного решения зависит будущее страны. Это особенно важно в сфере образования и воспитания молодежи. Для улучшения ситуации необходимо решение не только финансовых, но социальных и научно-методических проблем [3]. Решению этих проблем, связанных с развитием физической культуры и спорта в сфере образования, способствует продуманная организация спортивно-массовой и воспитательной работы в вузе.

Как показывает практика и многочисленные научные исследования современная система спортивно-массовой работы в вузе испытывает значительные трудности в решении ее основной задачи: укрепление здоровья, повышение уровня физической подготовленности студентов, формирование интереса к различным видам двигательной активности, спортивной деятельности, гармоничному физическому развитию, самосовершенствованию, полной реализации гуманистического и культурного потенциала [1, 2].

В сложившейся ситуации необходим поиск новых подходов, форм и методов организации спортивно-массовой работы со студентами. Для решения данной проблемы кафедрой физического воспитания и спорта Омского государственного университета путей сообщения был разработан и внедрен в практику комплекс спортивно-массовых мероприятий.

Чем раньше у молодого человека сформируется мотивация к здоровому образу жизни и осознанное отношение к процессу физического развития, тем быстрее он достигнет уровня здоровья и физической подготовленности, необходимых для успешной социальной и профессиональной деятельности.

Поэтому, первым наиболее ответственным и сложным спортивным мероприятием в учебном году является Спартакиада первокурсников под названием – «Первый спортивный семестр». Данное спортивно-массовое мероприятие состоит из двух частей: соревнований по видам спорта и спортивного праздника, посвященного подведению итогов спартакиады. Данное мероприятие является уникальным по своему содержанию, целевой аудитории и качеству организации. В большинстве вузов проходят только внутренние Спартакиады, организованные для студентов всех годов обучения. В нашем же вузе помимо основной внутривузовской Спартакиады внедрена в образовательную среду отдельная Спартакиада первокурсников, которая завершается зрелищной, наполненной важным смыслом и патриотизмом церемонией награждения.

Актуальность проведения Спартакиады для первокурсников связана с особым психофизическим и эмоциональным статусом молодых людей, начинающих обучение в высшем учебном заведении. Бывшие школьники сталкиваются в начале первого года обучения с рядом проблем: значительная учебная нагрузка, изменение режима дня и питания, проблемы межличностных отношений в быту и в учебной группе, постоянный дефицит времени и низкая двигательная активность. Совокупность этих факторов может вызвать перенапряжение психической и физической сферы студента, привести к переутомлению и дезадаптации, снижению успеваемости и ухудшению здоровья. В этот период необходимо помочь первокурсникам адаптироваться в

новой среде и создать благоприятные условия для формирования правильных ориентиров. Кроме того, Спартакиада помогает тренерам-преподавателям по видам спорта отобрать способных студентов в сборные команды вуза для участия в областной студенческой Спартакиаде.

С помощью Спартакиады «Первый спортивный семестр» реализуются следующие воспитательные функции:

- аксиологическая – передача значимых общепризнанных ценностей физической культуры;
- эмоциогенная – осуществление полноценной эмоционально насыщенной спортивной жизни студента;
- мотивационно-стимулирующая: для учебно-тренировочной и спортивной деятельности; деятельность студента протекает более эффективно, если она становится ценностно-значимой для него;
- мотивационно-сдерживающая: сформированное отрицательное эмоциональное отношение к тем или иным действиям служит сдерживающим фактором в поступках;
- оценочная: характеристика эмоций как своеобразных оценок действительности, получаемой информации о ней;
- познавательная: эмоции – особая форма познания мира;
- развивающая – развитие воли и чувств: развитие заключается в постепенной дифференциации эмоций – обогащении качественной палитры переживаний;
- коммуникативная: эмоции играют роль регуляторов человеческого общения;
- корпоративная: чаще всего группы студентов объединяются по схожим ценностным ориентациям или доминирующим ценностям (предпочтение какого-либо вида спорта и т.п.). Также пребывание в одной эмоциональной ситуации (победы, поражения), переживание одного состояния способствует объединению студенческой молодежи;
- продуктивная: физкультурное образование должно быть направлено не только на усвоение ценностей, но, вместе с тем, на формирование личности, способной приумножать и создавать эти ценности.

В ОмГУПСе свою историю «Первый спортивный семестр» начал с 2008 года. В 2019 году прошла 12 Спартакиада, в которой приняли участие более 400 студентов. Соревнования проводятся по 11 видам спорта: по баскетболу (среди мужских и женских), волейболу (среди мужских и женских команд), гиревому спорту, легкоатлетическому кроссу, бадминтону, мини-футболу, настольному

теннису, пауэрлифтингу и шахматам.

В соревнованиях принимают участие первокурсники четырех институтов. Подготовительная работа начинается с первых дней учебного года. Студенты получают информацию о предстоящих соревнованиях от преподавателей, из объявлений и из социальных сетей, и сразу начинают к ним подготовку. В формировании команд факультетов принимают участие преимущественно сами студенты, что способствует новым знакомствам, сплочению вновь созданных учебных групп, улучшению эмоционального фона.

Участие в соревнованиях может принять каждый желающий, имеющий допуск врача. Соревнования организовываются преподавателями кафедры ФВС с широким привлечением студентов-спортсменов. Соревновательные упражнения выбираются и корректируются с учетом уровня физической подготовленности студентов-первокурсников и периода их адаптации к новым условиям обучения в вузе. Поэтому в Спартакиаде широко используются «облегченные варианты» соревновательных упражнений такие как, кросс 1000 м вместо 3000 м, сокращенные периоды в футболе и баскетболе и т. п. для предотвращения явлений дезадаптации.

На академических занятиях по дисциплине «Физическая культура и спорт» проводится предварительный отбор по соревновательным дисциплинам, товарищеские встречи по спортивным играм, контрольное тестирование в кроссе, что служит дополнительным стимулом для участия в Спартакиаде. Студенты с большим интересом ждут предстоящих соревнований, особенно по игровым видам спорта. Кроме того на соревнованиях присутствует большое количество болельщиков из числа студентов. Это способствует возникновению новых коммуникаций, повышает интерес к спортивным мероприятиям, способствует вовлечению первокурсников в спортивную и общественную жизнь университета.

Не менее важной составной частью Спартакиады является спортивный праздник, посвященный итогам соревнований. Подводятся итоги, и проводится награждение победителей и призеров в личном и командном зачете по видам спорта и в общекомандном зачете. Ценными призами награждаются более 40 призеров и победителей Спартакиады, переходящие кубки вручаются командам институтов, ставших призерами и победителями в общекомандном зачете. На спортивном празднике присутствуют и участвуют в награждении участников соревнований руководство университета, руководители структурных подразделений, почетные гости, известные спортсмены. Церемония награждения проходит в формате яркого зрелищного шоу, весело, с показательными выступлениями спортсменов и художественных коллективов

университета и города Омска.

Спортивно-массовый праздник выполняет воспитательную и образовательную функции, которые реализуются в тематике представления, подборе образных форм, его содержания, способах донесения идеи праздника до зрителя, выступает как средство мотивации к физкультурно-оздоровительной деятельности. С его помощью решаются задачи агитации и пропаганды с целью массового вовлечения студентов-первокурсников в систематические занятия физическими упражнениями и спортом. Спортивный праздник, проводимый в рамках Спартакиады «Первый спортивный семестр» имеет большое педагогическое значение – воспитывает дисциплинированность, патриотизм, организованность, чувство ответственности за себя и коллектив.

Таким образом, в технологии формирования здорового образа жизни студентов, осознанной потребности в занятиях физической культурой существенное значение принадлежит проведению спортивно-массовых мероприятий в рамках спартакиады «Первый спортивный семестр». Ценностное ориентирование студентов в вопросах формирования и укрепления здоровья создает прочную базу для более быстрой социальной и профессиональной адаптации будущих специалистов, а значит и достижению успехов в различных сферах деятельности с сохранением ресурса здоровья. Многочисленные примеры подтверждают, что выпускники ОмГУПСа, активно занимающиеся во время учебы физической культурой и спортом, успешно трудятся в сложных производственных условиях, в том числе и на руководящих должностях в различных сферах деятельности.

Список литературы

1. Гущина, Л. Ю. Эмоционально-ценностное отношение студентов к участию в спортивно-массовых мероприятиях / Л. Ю. Гущина // Омск: Омский научный вестник. – 2011. – № 2 (96). – С. 148 – 151.

2. Бальсевич, В. К. Основные положения концепции инновационного преобразования национальной системы физкультурно-спортивного воспитания детей, подростков и молодежи России / В. К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 3. – С. 2 – 4.

3. Федеральный закон «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» № 329-ФЗ от 04.12.2007 г. Российская газета от 08 декабря 2007 г. (Система Гарант), С. 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12157560> (дата обращения 16.01.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Терешенко Алексей Анатольевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: 303413.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Кокшаров Андрей Валериевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Ст. преподаватель кафедры «Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: +79609810817.
E-mail: ak2nite@rambler.ru

Мироненко Егор Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Кандидат пед. наук, доцент, зав. кафедры «Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: 303413.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tereshchenko Aleksey Anatolevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Physical Education and Sport» OSTU.
Phone: 303413.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Koksharov Andrey Valerievich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Senior Lecturer at the Department of «Physical Education and Sport» OSTU.
Phone: +79609810817.
E-mail: ak2nite@rambler.ru

Mironenko Egor Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Ph.D. of Pedagogical Sciences, Docent,
Head of department «Physical Education and Sport» OSTU.
Phone: 303413.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

УДК 796.012.1

О. Л. Трещева, А. В. Кокшаров

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

В статье проведен анализ современных научных публикаций, посвященных исследованию уровня и динамики физической подготовленности студентов, подходам и организационным формам, используемым в физическом воспитании обучающихся в вузах. По результатам исследования сделаны выводы о низком уровне физической подготовленности абитуриентов и отрицательной динамике уровня развития физических качеств студентов за время обучения в вузе. Наибольшую популярность в физическом воспитании студентов имеют принцип

спортизации и комплексного развития физических качеств, недостаточно исследований посвящено реализации принципа гармоничного развития. При организации занятий наибольшее распространение получили игровой, групповой, поточный и круговой методы.

Ключевые слова: студенты, физические качества, подходы, организационные формы.

Olga L. Treshcheva, Andrey V. Koksharov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CURRENT STATE OF THE PROBLEM DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES OF UNIVERSITY STUDENTS

The article analyzes modern scientific publications devoted to the study of the level and dynamics of students' physical fitness, approaches and organizational forms used in the physical education of students in universities. Based on the results of the study, conclusions are drawn about the low level of physical fitness of applicants and the negative dynamics of the level of development of students' physical qualities during their studies at the university. The most popular in the physical education of students are the principle of sportization and the integrated development of physical qualities, not enough research is devoted to the implementation of the principle of harmonious development. When organizing classes, the most common were game, group, flow and circular methods.

Keywords: students, physical qualities, approaches, organizational forms.

Одной из главных задач дисциплины «Физическая культура и спорт» является улучшение здоровья студентов, подготовка к службе в армии, учебной, профессиональной и социальной деятельности в современных условиях. Научно-технический процесс, как неотъемлемая часть современного производства, изменяет характер и содержание труда, стимулируя процессы механизации и автоматизации. При этом уменьшается доля тяжелого немеханизированного физического труда, значительно возрастает удельный вес профессий, связанных с обслуживанием сложного производственного оборудования. Изменения в содержании и характере труда предъявляют новые требования к психофизической подготовленности выпускника вуза.

Современный специалист для успешной профессиональной деятельности в современной конкурентной среде должен обладать способностью к концентрации внимания, переработке значительных объемов информации, уметь быстро и правильно реагировать на изменение производственных ситуаций, иметь достаточную устойчивость к психоэмоциональным

раздражителям, гипокинезии и неблагоприятным факторам производственной среды. Повышенные требования к сенсорным системам организма приводят к их утомлению, способствуют развитию нервно-эмоционального напряжения, что может неблагоприятно сказаться на здоровье и работоспособности.

В сложившихся условиях трудно переоценить значение физического воспитания студентов.

Целью нашего исследования является анализ современного состояния проблемы развития физических качеств студентов вузов.

Для достижения цели исследования нами были изучены 76 научных публикаций, посвященных данной тематике.

Одной из составных частей физического воспитания студентов является развитие физических качеств. В процессе развития физических качеств решаются следующие задачи: всестороннее и гармоничное развитие личности, достижение высокой устойчивости организма к факторам внешней среды, повышению адаптивных возможностей организма подготовка к будущей профессиональной деятельности. Развитие физических качеств студентов также способствует повышению физической и умственной работоспособности, более полному усвоению учебного материала, что становится особенно актуально с постоянным ростом учебной нагрузки [1]. Направленность и содержание процесса развития физических качеств студентов регламентируется исторически выработанными принципами физического воспитания.

В современных работах, посвященных исследованию уровня физической подготовленности студентов первых курсов, получены не однозначные результаты. Одни исследователи отмечают, что он находится на среднем уровне, другие указывают на дефицит в развитии физических качеств и оценивают их уровень как «ниже среднего». Также отмечается отрицательная динамика в уровне развития физических качеств студентов первого курса вузов за последние 15 лет.

Результаты, полученные в исследованиях, посвященных изучению динамики показателей развития физических качеств за время обучения в вузе также разнятся. Одни ученые отмечают тенденцию снижения уровня развития физических качеств, особенно на старших курсах, другие указывают на отсутствие достоверных различий в показателях физической подготовленности студентов 1-го – 3-го курсов, ряд исследователей получили данные о положительной динамике уровня физической подготовленности за время обучения в вузе.

На наш взгляд, такие разноречивые данные связаны с различной организацией физического воспитания в вузах и разными подходами к процессу развития физических качеств студентов. Но всё же, большинство авторов

указывают на снижение уровня развития физических качеств у абитуриентов и отрицательную динамику уровня развития этих качеств в период обучения в вузе. Так, А. В. Уколов с соавторами [9], по результатам проведенного исследования, сделали вывод о низком уровне развития физических качеств абитуриентов вузов, В. Н. Болгов с соавторами [2] отмечают низкий уровень физической подготовленности студентов первого курса, а О. Н. Карабанова с соавторами [5] также сделали вывод о низком уровне физического развития студенческой молодежи и увеличении числа студентов, отнесенных к специальной медицинской группе по состоянию здоровья. Е. В. Николаев [7] говорит об отрицательной динамике силовых способностей у студентов за время обучения в вузе.

Анализ работ, посвященных физическому воспитанию студентов вузов, показывает актуальность развития и контроля физических качеств в процессе обучения [2, 5, 9]. Авторами предлагаются различные подходы к решению этой проблемы. Так О. Н. Карабанова с соавторами. [5], предлагают поэтапную технологию управления развитием социально-значимых физических качеств, а В. Н. Болгов с соавторами, предлагают внедрение на учебных занятиях первокурсников оздоровительных технологий вместо спортизированных. Авторами определено оптимальное соотношение времени на развитие физических качеств в структуре учебного занятия: на выносливость – 65% , на силу – 20%, на быстроту и ловкость – 15% [2].

С. В. Кононов (2007) предлагает развивать силу и силовую выносливость студентов железнодорожного вуза средствами прикладного плавания и упражнениями на тренажерах.

С. А. Круглов [6], исследовав влияние спортивно-ориентированного физического воспитания, основанного на использовании средств волейбола, на профессионально-значимые психофизические качества студентов машиностроительных специальностей, выявил положительную динамику в развитии скоростно-силовых и координационных способностей, а также скоростной выносливости.

С. Ф. Бурухин предлагает использовать на занятиях физической культурой, как эффективное средство развития двигательных качеств студенток, различные средства гимнастики [3].

Е. В. Николаев отмечает высокую значимость силовых способностей в повседневной жизни и трудовой деятельности, отрицательную динамику этого качества у студентов за время обучения в вузе и предлагает комплекс упражнений из различных вариантов подтягиваний на перекладине для развития силы мышц рук и плечевого пояса [7].

По мнению А. В. Толстова [8], использование тренажеров на занятиях физической культурой студентов вуза способствует развитию силы, скоростно-силовых качеств, силовой выносливости различных мышечных групп. Занятия с применением тренажерных устройств помогают реализации дифференцированного подхода за счет использования при выборе веса отягощения индивидуальных показателей максимального теста и уровня физической подготовленности студентов. Автор считает оптимальным при групповых занятиях на тренажерах использовать круговой и групповой метод. При занятиях общефизической подготовкой упражнения выполняются в следующей последовательности: для мышц рук, плечевого пояса, спины, груди, брюшного пресса и нижних конечностей, сначала упражнения для больших мышечных групп, затем – для малых [8].

Т. Н. Шутова с соавторами предлагают для комплексного развития физических качеств использовать средства атлетической гимнастики, лёгкой атлетики, кроссфита и других видов двигательной активности методом круговой тренировки. В результате применения разработанных комплексов авторы отмечают повышение в течении одного учебного года уровня развития скоростно-силовых качеств, координации движений, силы и статической выносливости [10].

О. Г. Ковальчук (2017) предлагает методику развития физических качеств студентов на занятиях по легкой атлетике с использованием блочной системы. В разработанной автором методике последовательно развиваются физические качества в следующем порядке: общая выносливость, сила, скоростно-силовые качества.

По мнению А. Г. Бусарина [4], одним из эффективных методов комплексного развития физических качеств является круговая тренировка. Применение круговой тренировки позволяет повысить моторную плотность урока, точно регламентировать объем и интенсивность педагогического воздействия, решать различные задачи. Основу круговой тренировки составляет последовательное выполнение относительно простых упражнений различной направленности. Основой индивидуальной нагрузки в круговой тренировке, при использовании силовых тренажеров, служит показатель максимального теста. Контроль интенсивности автор предлагает проводить регистрацией ЧСС в начале и в конце круга, во время отдыха. Сравнивая реакцию пульса после прохождения каждого круга, можно судить об адаптации студентов к нагрузке, то есть, повторяющийся комплекс упражнений, может служить своеобразной функциональной пробой [4].

В исследованиях, посвященных организации процесса развития физических

качеств студентов в настоящее время наибольшее распространение получили три подхода. Одни ученые предлагают использовать принцип спортизации, предложенный Бальсевичем В.К. [1] и получивший широкое распространение в последние десятилетия, вторые считают наиболее целесообразным комплексное развитие физических качеств, а третьи отдают предпочтение принципу гармонизации, то есть акцентированному развитию отстающих физических качеств студентов вузов.

Как правило, реализация спортивно-ориентированного подхода связана с преимущественным воздействием на доминирующие физические качества студентов. На наш взгляд, достоинствами данного подхода являются: повышение интереса к занятиям физической культурой, учет предрасположенности студентов к решению определенных двигательных задач, достижение более высоких значений уровня развития отдельных физических качеств, значимых в избранном виде спорта. В то же время, использование данного подхода, по нашему мнению, может привести к некоторому перекосу в развитии физических качеств студентов. Но, не всегда использование спортивно-ориентированного подхода ведет к перекосу в развитии основных физических качеств. Некоторые исследователи, в рамках спортивно-ориентированного подхода, предлагают методики гармоничного развития физических качеств с использованием арсенала подводящих и специальных физических упражнений избранного вида спорта. Однако, подобные исследования встречаются крайне редко и они не получили широкого распространения в практике физического воспитания студентов.

Комплексный подход предполагает одинаковое педагогическое воздействие на развитие всех физических качеств студентов, что способствует всесторонности, но в меньшей мере обеспечивает соразмерность развития этих качеств.

Принцип гармоничного физического развития предполагает акцент на развитие отстающих физических качеств, для того, чтобы добиться одинакового уровня развития всех физических качеств.

Выводы.

1. Большинство авторов отмечают снижение уровня развития основных физических качеств у абитуриентов и отрицательную динамику уровня развития этих качеств у студентов в период обучения в вузе.

2. В последние годы наибольшее распространение в физическом воспитании студентов получили подходы, использующие принципы спортизации и комплексного развития физических качеств. Значительно меньше работ посвящено реализации принципа гармоничного развития физических качеств студентов.

3. Основными организационными формами организации занятий являются групповой, игровой, поточный и круговой методы.

По нашему мнению, в современных исследованиях недостаточно внимания уделяется вопросу акцентированного развития отстающих физических качеств студентов, которые лимитируют освоение новых двигательных умений и навыков, успешность учебной и профессиональной деятельности будущих молодых специалистов, отрицательно влияют на их здоровье.

Список литературы

1. Бальсевич, В. К. Спортивно ориентированное физическое воспитание; образовательный и социальный аспекты / В. К. Бальсевич, Л. И. Лубышева // Теория и практика физ. культуры. – 2003. – № 5. – С. 19 – 22.

2. Болгов, В. Н. К вопросу о развитии физических качеств у студентов / В. Н. Болгов, И. Ю. Ковальчук, В. В. Перпёлкин // Перспективы развития совр. студ. спорта. Итоги выступлений рос. спортсменов на Универсиаде-2013 в Казани: Мат. Всерос. науч-практ. конф. редколлегия: Ф. Р. Зотова [и др.]. – Наб.Челны, 2013. – С. 74 – 76.

3. Бурухин, С. Ф. Развитие двигательных качеств и функционального состояния студентов на занятиях физической культуры средствами гимнастики / С. Ф. Бурухин, Е. В. Кулагина // Ярославский пед. вестник. – 2012. – Т. 2. – № 1. – С. 108 – 112.

4. Бусарин, А. Г. Метод круговой тренировки в развитии основных физических качеств студентов / А. Г. Бусарин // Олимпизм: истоки, традиции и совр.: Сборник статей Всерос. с междун. участием очно-заоч. науч.о-пр. конф. – Воронеж, 2017. – С. 208 – 214.

5. Карабанова, О. Н. Методические подходы к развитию социально-значимых качеств у студентов с использованием средств физической культуры и спорта / О. Н. Карабанова, Е. Н. Хабарова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 6. – 2. – С. 37 – 39.

6. Круглов, С. А. Развитие профессионально важных физических и психических качеств студентов технических вузов средствами волейбола / С. А. Круглов // Ученые записки ун-а им. П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 7 (89). – С. 76 – 81.

7. Николаев, Е. В. Развитие физического качества - силы у студентов технического вуза / Е. В. Николаев, И. С. Тамаров, А. Т. Черных // Известия Волгоградского гос. тех. ун-та. Серия: Проблемы социально-гуманитарного знания. – 2015. – Т. 20. – № 2 (155). – С. 190 – 191.

8. Толстов, А. В. Развитие двигательных качеств студентов при помощи современных тренажеров на занятиях по физической культурой / А. В. Толстов // Потенциал современной науки. – 2016. – № 3 (20). – С. 123 – 127.

9. Уколов, А. В. О развитии физических качеств студентов на занятиях физической подготовки / А. В. Уколов, Д. В. Жернаков, А. Н. Лагунов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 12. – С. 137 – 140.

10. Шутова, Т. Н. Атлетическая гимнастика в развитии физических качеств студентов / Т. Н. Шутова, Р. И. Заппаров, Н. М. Нуцалов // Педагогика и психология: актуальные вопросы теории и практики. – 2016. – № 2 (7). – С. 218 – 222.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Трещева Ольга Львовна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доктор пед.наук, профессор кафедры ФВС
Тел.: 303413.

Кокшаров Андрей Валериевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Ст. преподаватель кафедры «Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: +79609810817.
E-mail: ak2nite@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Treshcheva Olga Lvovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the
Phone: 303413.

Koksharov Andrey Valerievich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Senior Lecturer at the Department of «Physical Education and Sport» OSTU.
Phone: +79609810817.
E-mail: ak2nite@rambler.ru

УДК 519.2:004.421.5:004.7

А. А. Полозкова, А. Ю. Финиченко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация,

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В УСЛОВИЯХ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

В статье рассматривается вопрос возможности применения дополнительной выработки тепловой энергии на систему отопления и горячего водоснабжения с использованием солнечного коллектора. Выполнен расчет определения площади коллектора.

Ключевые слова: солнечный коллектор, солнечная энергия, система отопления, горячее водоснабжение.

DETERMINATION OF SOLAR COLLECTOR THERMAL ENERGY GENERATION IN SIBERIAN REGION

The article considers the possibility of using additional heat energy generation for heating and hot water supply system using solar collector. You have calculated the area determination of the collector.

Keywords: solar collector, solar energy, heating system, hot water supply

Использование возобновляемых источников энергии в автономных системах отопления предполагает денежные затраты исключительно на приобретение и установку такой системы, а также на ее техническое обслуживание и на необходимый поддерживающий ремонт [1]. Но вот после установки такие системы начинают работать совершенно автономно и абсолютно бесплатно для их владельцев. В самом деле – за солнечные лучи платить ничего не нужно. Стоит отметить, что солнечные коллекторы на сегодняшний момент стали пожалуй наиболее эффективными приборами, использующими солнечную энергию. Если классическая солнечная фотоэлектрическая батарея может показать эффективность всего лишь на уровне до 18 процентов, то солнечный коллектор для отопления достигает завидных показателей КПД до 95 процентов. Разница очевидна. Одной из основных конструкций солнечных отопительных коллекторов являются устройства вакуумного типа. Исходя из названия очевидно, что такие устройства будут собирать лучистую солнечную энергию и передавать ее для нагрева воды или другого теплоносителя. Собственно так и обстоит в реальности. Системы автономного обогрева, имеющие в своем составе солнечные коллекторы состоят из следующих основных составных частей (рис. 1): собственно солнечный нагревательный коллектор – то есть устройство которое размещается на прямых солнечных лучах и служит для нагрева теплоносителя. Контур теплообмена: система трубопроводов, по которой перемещается горячий теплоноситель, постепенно передавая свое тепло в обогреваемые помещения, Тепловой аккумулятор: это бак для воды, в котором нагретая вода запасается впрок. Итак, солнечный коллектор, состоящий из труб, в которых находится пока еще не нагретый теплоноситель находится под действием прямых солнечных лучей. Жидкость-теплоноситель (обычно вода,

но возможно и специальный антифриз) поступает в коллектор, нагревается там и передается в контур теплообмена, который смонтирован внутри теплового аккумулятора. Нагретый теплоноситель, перемещаясь внутри трубопроводов контура теплообмена нагревает воду в тепловом аккумуляторе. Нагретая вода в баке с функцией аккумуляции тепла хранится вплоть до возникновения необходимости ее использования, например до подачи в контуры отопительной домашней системы и в отопительные радиаторы или в контуры горячего домашнего водоснабжения, например для умывания.

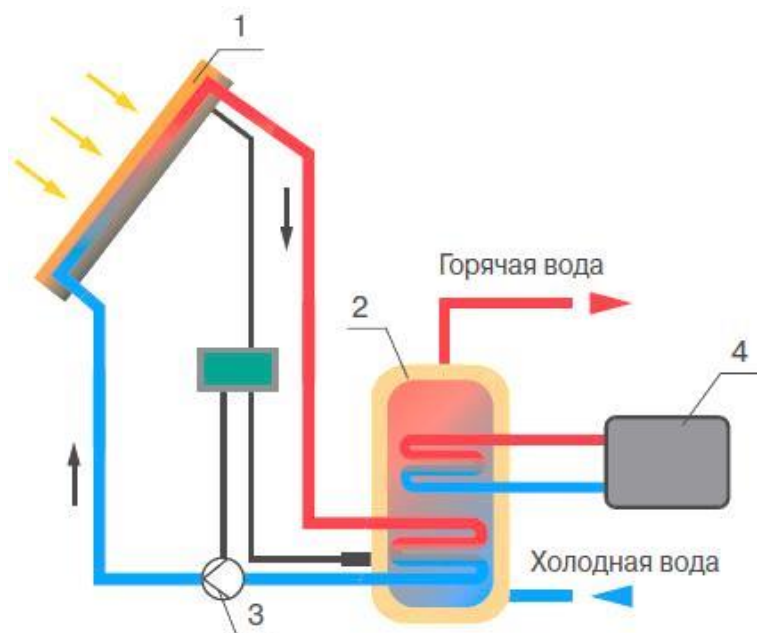


Рисунок 1 – Система автономного обогрева с помощью солнечного коллектора:

1 – солнечный коллектор, 2 – бак-аккумулятор, 3 – насос, 4 – электроподогреватель

Основу вакуумных коллекторов составляют вакуумные стеклянные трубки коаксиальной конструкции (рис. 2). Внешняя стеклянная трубка защищает абсорбер от конвективных потерь, а внутренняя трубка покрыта селективным слоем и служит абсорбером солнечной энергии. Полученная теплота отводится от ее внутренней поверхности тремя способами: естественной конвекцией воды, тепловой трубой и U-образной трубой. Высокая эффективность абсорбирующего покрытия (до 93%) и низкие тепловые потери через вакуумную оболочку (<8%) позволяют получить лучшие характеристики солнечных коллекторов.



Рисунок 2 – Внешний вид вакуумного солнечного коллектора

На рис. 3 приведена сравнительная эффективность плоских (нижняя кривая) и вакуумных (верхняя кривая) коллекторов с точки зрения отношения облучаемой поверхности к общей поверхности коллектора.

Как видно из приведённого графика (рис. 3), вакуумные коллекторы имеют преимущество в нагреве и теплоизоляции. Из-за данных преимуществ круглогодично могут использоваться только вакуумные солнечные коллекторы, а плоские – только в тёплые времена года. Также конструкция коаксиальных вакуумных трубок имеет дополнительное преимущество перед другими типами солнечных коллекторов.

Для обеспечения беспрепятственного прохода солнечных лучей от 9 до 15 часов в сутки, солнечный коллектор должен быть расположен в положении передней стороной на юг под углом, соответствующим широте установки, так как в это время солнечная энергия максимальна [2]. Оптимальное направление расположения коллектора – на юг и угол наклона 45° . Для установок поддержки отопления рекомендуется более крутой угол наклона ($45 - 60^\circ$), за счет чего в переходный сезон при более низком положении солнца может быть достигнута лучшая инсоляция коллектора.

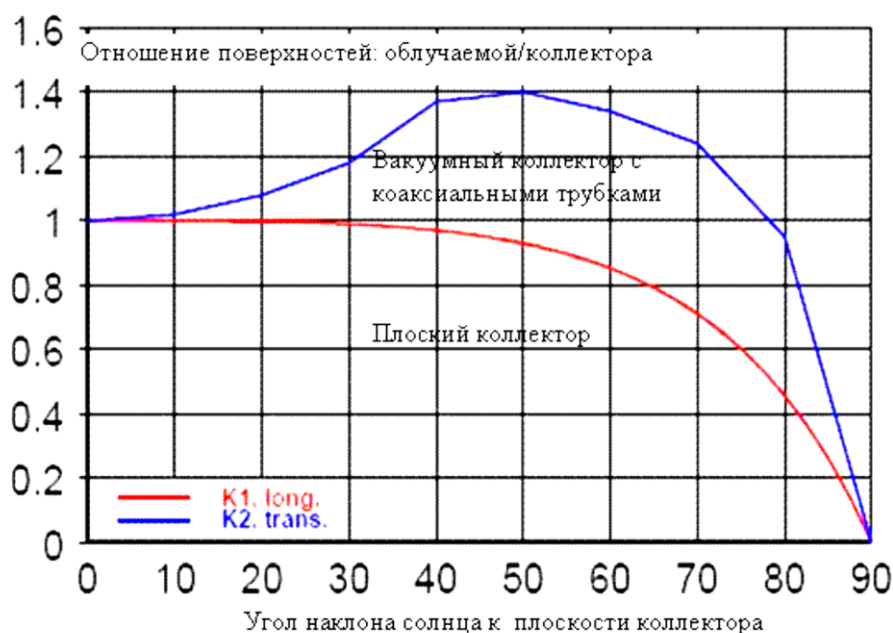


Рисунок 3 – Сравнение эффективности солнечных коллекторов

Для максимальной эффективности использования солнечных коллекторов в системах отопления и горячего водоснабжения, необходимо учитывать удельные потери тепловой энергии на единицу площади ограждающей конструкции здания. Необходимо принимать во внимание следующие условия для применения солнечных коллекторов: минимальные теплотери здания (качественная теплоизоляция), низкие температуры системы отопления (подающая и обратная), хорошо отрегулированные контуры отопления, благоприятная ориентация поверхности коллекторов.

Для хорошо теплоизолированных зданий отопительный период сокращается, в переходный сезон зачастую отопление не требуется [3]. Поэтому гелиоустановка для таких домов имеет большую эффективность и меньшее число коллекторов и в переходный сезон может достигать ограниченную степень покрытия энергозатрат. Обычно в этом случае от гелиоустановки будут покрыты 5 – 15% потребности на отопление, а общая степень покрытия энергозатрат, включая ГВС, составит 15 – 30% (рис. 4).

Предлагается рассмотреть возможность применения солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения в условиях Сибирского региона.

Для текущего первичного расчета применяются удельные потери через некоторую условную ограждающую конструкцию в виде стены и задаются следующими параметрами, которые сведены в таблицу 1.

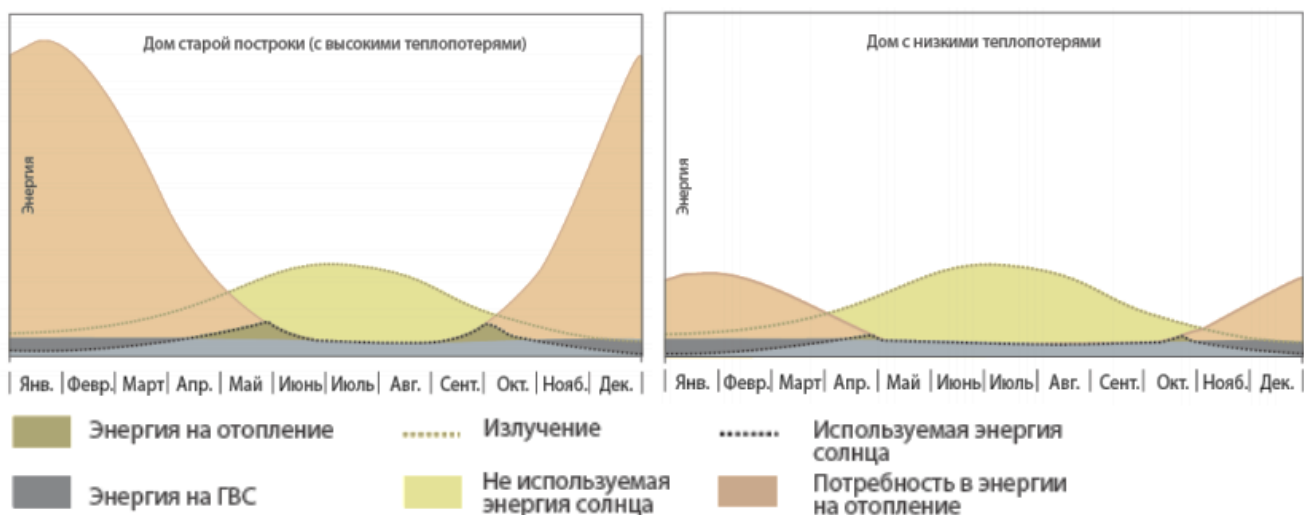


Рисунок 4 – Степень покрытия энергозатрат при разной теплоизоляции дома

Таблица 1

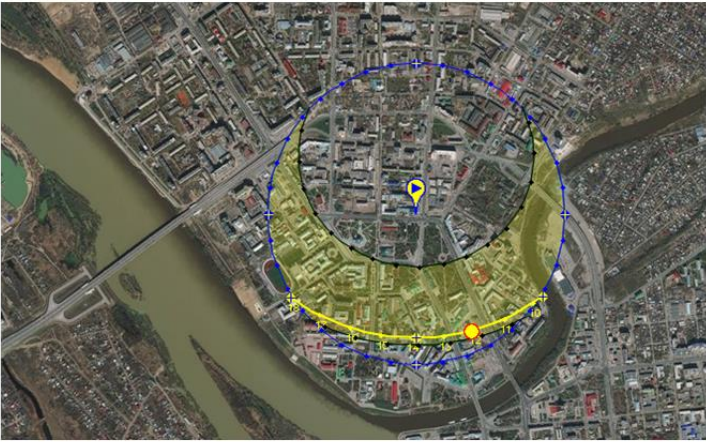
Параметры для расчета потерь через ограждающую конструкцию

Параметр	Обозначение	Значение
Постоянная температура внутреннего воздуха, °C	t	20
Коэффициент теплопроводности несущего материала (брус сосна), Вт/м ² К	λ_1	0.15
Коэффициент теплопроводности теплоизолирующего материала (Изовер), Вт/м ² К	λ_2	0.044
Толщина несущей составляющей стенки (брус сосна), м	d ₁	0.2
Толщина теплоизолирующей составляющей стенки (Изовер), м	d ₂	0.2
Площадь стены, м ²	S	20

При расчетах принимаются данные для Западной Сибири, г. Омск (Долгота: 73.37; Широта: 54.99)

Источником данных является компания «Яндекс Н.В.» по предварительному согласованию об использовании данных в научных целях и с использованием соответствующего предоставленного ключа доступа. Результаты необходимы для расчета продолжительности солнечных суток и сопоставления времен восхода и заката с точным положением и траекторией

движения Солнца. Проекция траектории движения и диаграмма положения Солнца для заданной широты и долготы (г. Омск) приведена на рис. 5, 6.



Информация:	17/11/2019 GMT6	
Координаты (широта, долгота):	54.991375, 73.371529	
час	высота	
9:41:17	-0,833°	азимут
10:00:00	1,36°	122,9°
11:00:00	7,63°	126,75°
12:00:00	12,39°	139,53°
13:00:00	15,28°	153,1°
14:00:00	16,06°	167,4°
15:00:00	14,64°	182,12°
16:00:00	11,16°	196,75°
17:00:00	5,91°	210,86°
18:00:00	-0,73°	224,19°
18:00:53	-0,833°	236,74°

Рисунок 5 – Проекция траектории движения Солнца от времени

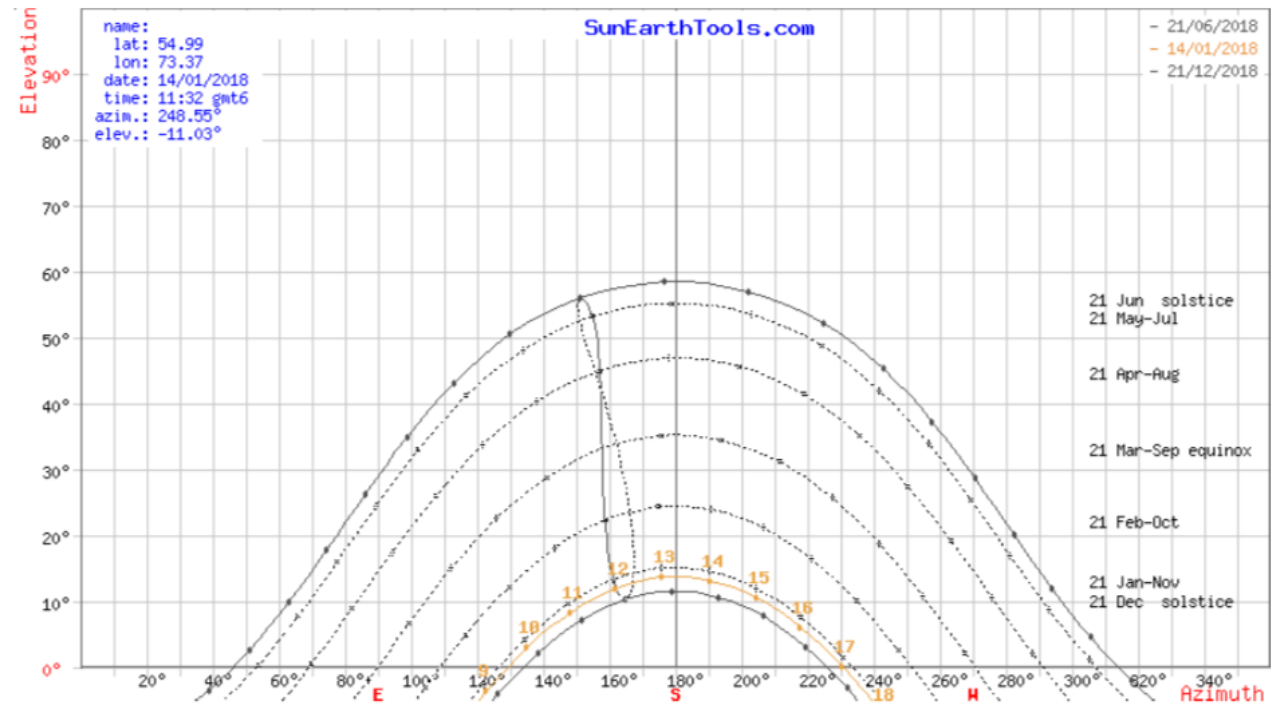


Рисунок 6 – Диаграмма положения Солнца в течение года для заданной локации

Значение солнечной радиации представлена в таблице 2. В июне солнечная энергия на 1 м² составляет 5,48 кВт·ч/м² в день, а в декабре 0,62 кВт·ч/м² в день [4].

Таблица 2

Дневная сумма солнечной радиации, кВт·ч/м²

	Янв	Фев	Мар	Апр	Ма	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
	.	.	т	.	й	ь	ь	.	.	.	.	.	
Омс к	0,69	1,37	3,02	4,08	5,05	5,48	5,01	4,29	2,93	1,44	0,8	0,62	2,9 1

Количество тепла, необходимое для системы горячего водоснабжения рассчитывается исходя из количества человек потребляющих данный теплоноситель. По эмпирическим данным на одного человека расходуется в день 50 литров воды. Соответственно данную воду необходимо нагреть до температуры 45 – 50 °С. Следовательно, по результатам нормативного расчета [5], для нагревания данного количества воды затрачивается 3000 ккал (3,5 кВт).

Для нахождения необходимого количества тепловой энергии для системы отопления, производится расчет по укрупненным данным здания. Используя заданные параметры, определяется коэффициент теплопередачи стены (условной ограждающей конструкции) по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_2}} \quad (1)$$

где α – коэффициент теплоотдачи поверхности стенки воздуху Вт/(м²·К).

Удельные потери на единицу площади, для каждого дня исходя из полученного коэффициента теплопередачи, заданной температуры внутреннего воздуха и статистической минимальной температуры окружающей среды из климатических данных определяются по формуле:

$$q = k \cdot (t - T_{\min}) \quad (2)$$

где $T_{\min}$ – минимальная статистическая температура, °С.

Результатом является значения удельных потерь для каждого дня в диапазоне отопительного периода для заданной локации.

По удельным потерям определяются значения потерь (Вт) для принятой площади стены за один час по формуле:

$$Q = q \cdot S \quad (3)$$

В результате расчетов для определения отопительной нагрузки обычно используется простейший тепловой расчет: берется площадь здания по

наружному объему и умножается на 100 Вт. Соответственно, потребление тепла зданием 100 м² составит 10000 Вт или 10 кВт.

Следовательно, для определения количества энергии, которая может поглощаться и преобразовываться в тепло солнечными коллекторами SH-300-36-2, необходимо определить количество вакуумных трубок, которое надо установить на здание для покрытия суммарной тепловой нагрузки в 13,5 кВт.

Теоретически любой солнечный коллектор способен поглощать до 80 % энергии Солнца.

Значение переданной поглощенной энергии вакуумными трубками солнечного коллектора SH-300-36-2 составит 4,384 кВт·ч/день исходя из расчета произведения дневной суммы поглощения коллектора солнечной радиации для июня, самого жаркого месяца (табл. 2) и долей поглощения коллектором энергии Солнца. Для декабря это значение составит $0,62 \cdot 0,8 = 0,496$ кВт·ч/день площади поглощения коллектора.

Площадь поглощения вакуумной трубки диаметром 58 и длиной 1800 мм составляет 0,08 м². Следует, что одна трубка способна получать и передавать солнечное тепло в размере 0,35 кВт·ч и 0,04 кВт·ч соответственно в июне и декабре. Используя полученные значения, необходимо получить количество трубок, которое необходимо установить.

Следовательно: июнь – $13,5 / 0,35 = 38,5 \approx 39$ трубок; декабрь – $13,5 / 0,04 = 337$ трубок. Подсчитав, количество трубок в составе коллекторов, видно, что в зависимости от месяца использования для приготовления нужного количества воды, количество трубок может существенно отличаться, но вариант, чем больше, тем лучше не подходит, т.к. в максимальном режиме коллектор будет работать не большое время и эффективность его использования будет уменьшаться.

Так как количество трубок в составе коллекторов зависит от месяца использования, количество трубок существенно варьируется. Зимой получается необходимое количество тепла, но летом потребитель сталкивается с серьезной проблемой – утилизацией избыточного тепла. Соответственно, необходимо принять расчетное значение вакуумных трубок в количестве 40 трубок, а необходимую тепловую энергию для нужд отопления получать вторичным источником тепла.

На рис. 7 показан график, отражающий количество тепловой энергии кВт/месяц, которое вырабатывается солнечным коллектором SH-300-36-2.

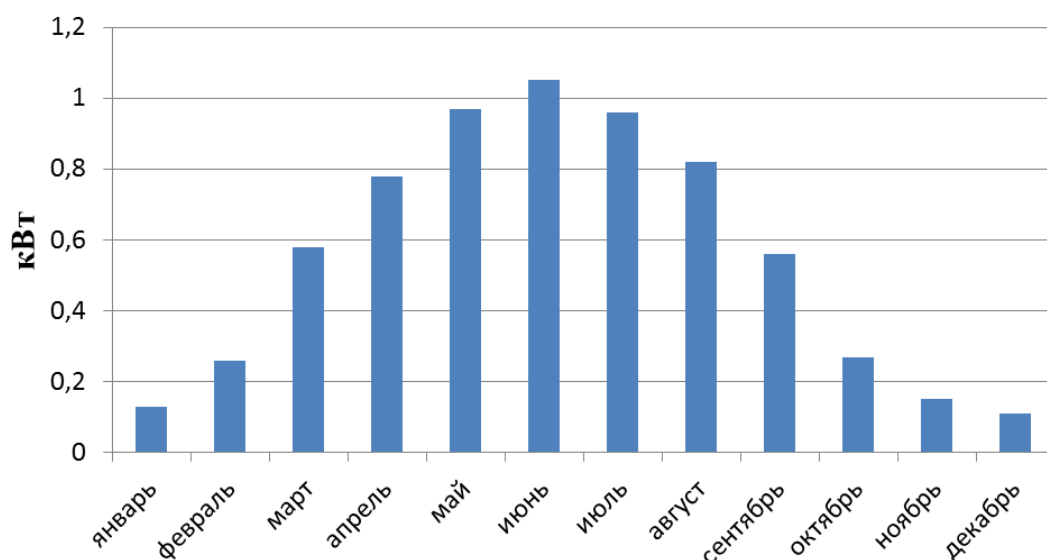


Рисунок 7 – График годовой выработки тепловой энергии солнечным коллектором

Использование солнечных коллекторов позволяет уменьшить затраты на отопление на 30 %, а затраты на нагрев горячей воды на 60 % в год. Экономические расчеты показывают, что при существующих и постоянно растущих ценах на топливо, срок окупаемости солнечных коллекторов составляет 2–5 лет, в то время как реальный срок службы составляет 25–30 лет, а по данным некоторых производителей и более 30-ти лет.

Список литературы

1. Лукутин, Б. В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография / Б. В. Лукутин, О. А. Суржикова, Е. Б. Шандарова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
2. Азарова, Т. Б. Отопление с использованием солнечных коллекторов в городе Оренбурге / Т. Б. Азарова, К. П. Гусева, Т. С. Жилина // Молодой ученый. – 2017. – №8. – С. 40 – 43.
3. Финиченко, А. Ю. Подбор оптимальных параметров системы солнечного коллектора на основе климатических данных для выбранной локации / А. Ю. Финиченко, А. А. Тартачев. – Омский научный вестник. – 2018. – № 4 (160). – С. 88 – 93.
4. Официальный сайт компании «АльтЭнго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://net220.ru/poleznye_statii/solnechnaya_radiaciya_tablicy_insolyacii.
5. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Полозкова Анастасия Петровна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Студент кафедры «Теплоэнергетика»

ОмГУПС.

Тел.: 8(3812) 31-06-23.

E-mail: heatomgups@mail.ru

Финиченко Александра Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика» ОмГУПС.

Тел.: 8(3812) 31-06-23.

E-mail: Finichenko@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Polozkova Anastasia Petrovna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Student of the department of «Heat power engineering» OSTU.

Phone: 8(3812) 31-06-23.

E-mail: heatomgups@mail.ru

Finichenko Aleksandra Yurevna

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av.m, Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Ph.D. in Technical Sciences, Docent at the

Department of « Heat power engineering » OSTU.

Phone: 8(3812) 31-06-23.

E-mail: Finichenko@mail.ru

УДК 629.423.31

В. В. Харламов, С. Н. Найденов, Ю. В. Москалев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА НА ПРОЦЕСС КОММУТАЦИИ

В статье выполнен анализ влияния режимов работы тягового двигателя постоянного тока типа ЭДП-800 карьерного самосвала «Белаз» на процесс коммутации в коллекторно-щеточном узле. Построены графики изменения тока возбуждения, тока и напряжения якоря и других величин на основании данных полученных от автоматизированного видеоизмерительного комплекса оценки коммутации. Проведен анализ длительности режимов работы тягового двигателя, а также анализ влияния режима работы на коммутацию электродвигателя.

Ключевые слова: тяговый электродвигатель, коллекторно-щеточный узел, режим работы, коммутация, интенсивность искрения.

DETERMINING THE EFFECT OF DC TRACTION MOTOR OPERATING MODES OF DUMP TRUCK FOR THE SWITCHING PROCESS

The article analyzes the influence of the operating modes of the DC traction motor of the type ЭДП-800 of the BelAZ mining dump truck on the commutation process in the collector-brush node, graphs of changes in the excitation current, armature current and voltage, and other values are constructed based on data obtained from an automated video measurement system for evaluating commutation, the analysis of the duration of the traction engine operating modes, as well as the analysis of the influence of the operating mode on the commutation of the electric motor.

Keywords: traction motor, collector-brush node, operating mode, commutation, sparking intensity.

Для оценки интенсивности искрения тяговых электродвигателей (ТЭД) постоянного тока ЭДП-800, используемых в карьерных самосвалах «Белаз» грузоподъемностью 220 тонн, разработан автоматизированный видеоизмерительный комплекс оценки коммутации (АВК-ОК), структурная схема которого представлена на рис. 1, а также программное обеспечение *DCmotorCommutation* [1, 2].

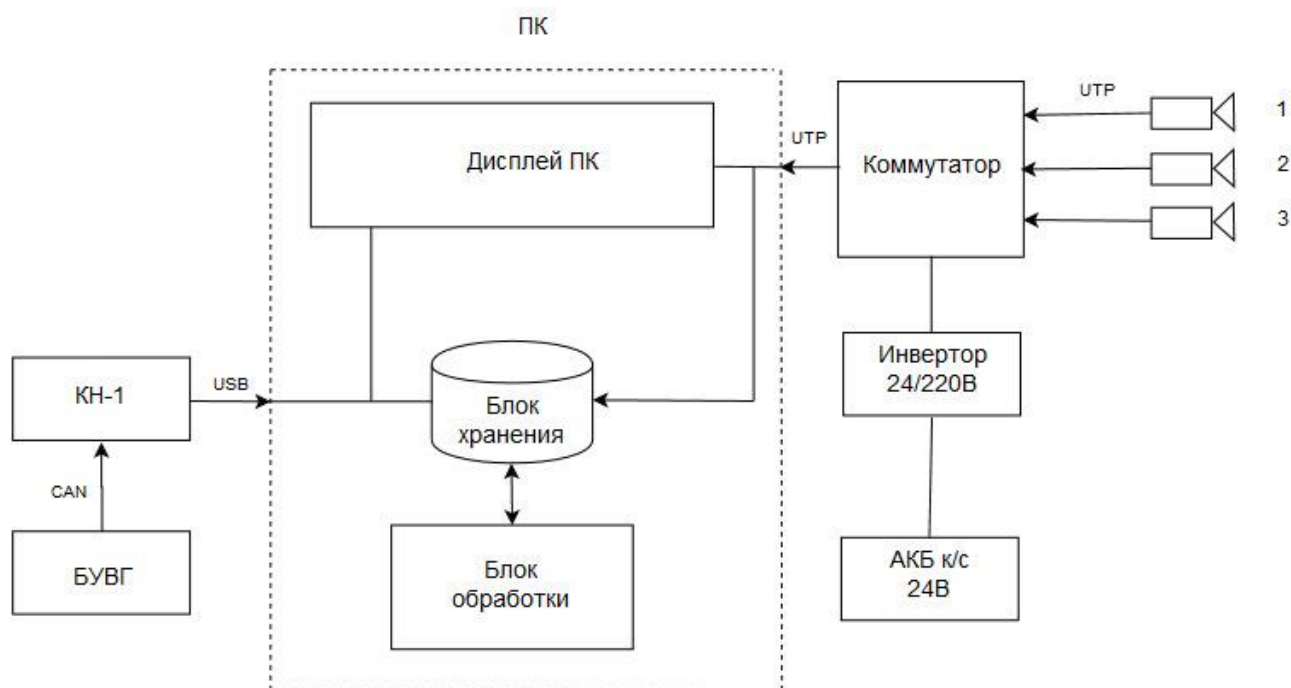


Рисунок 1 – Структурная схема АВК-ОК

АВК-ОК позволяет одновременно получать информацию от системы управления карьерного самосвала о режимах работы ТЭД, а так же видеосигнал работы КЩУ от видеокамер 1, 2, 3. Данные полученные от АВК-ОК проходят обработку в программе *DCmotorCommutation*, в которой на основании видеосигнала дается оценка интенсивности искрения согласно общепринятой классификации [3].

В качестве критерия оценки класса коммутации предложен показатель – процент засветки (P_z). Этот показатель показывает отношение количества белых пикселей в зоне коммутации к площади зоны коммутации. Процент засветки определяется для каждого кадра видеофайла (1), т.к. в щеткодержателе ЭДП-800 установлено 3 щетки, то оценка дается по максимальному значению.

$$P_z(K) = \max \left(\frac{nnz(frame_1(K))}{size(frame_1(K))}, \frac{nnz(frame_2(K))}{size(frame_2(K))}, \frac{nnz(frame_3(K))}{size(frame_3(K))} \right) \cdot 100\%; \quad (1)$$

где $nnz(frame_i(K))$ – количество белых пикселей в зоне коммутации i -ой щетки K -ого кадра;

$size(frame_i(K))$ – размер зоны коммутации i -ой щетки.

Методом экспертных оценок определяются границы интервалов процента засветки для каждого класса коммутации и в соответствии с этим каждому кадру присваивается балл искрения (B_i).

В программе *DCmotorCommutation* формируется массив выходных данных, состоящий из следующих переменных: $I_a(t)$ – ток силовой цепи, А; $I_b(t)$ – ток возбуждения, А; $U_a(t)$ – напряжение якорной цепи ТЭД, В; $n(t)$ – частота вращения ТЭД, об/мин; $B_i(t)$ – класс коммутации; K_v – коэффициент ослабления возбуждения; k_n – коэффициент пульсации тока якорной цепи.

Для оценки влияния режимов эксплуатации на коммутацию ТЭД постоянного тока карьерных самосвалов «Белаз» 7530 были проведены опытные работы в условиях угольного разреза в Кемеровской области. Для оценки качества работы ТЭД выбран недавно введенный в эксплуатацию карьерный самосвал «Белаз» 75306 2019 года выпуска с двумя ТЭД ЭДП-800 УХЛ2 с пробегом 34600 км. Небольшой пробег позволяет минимизировать механические причины неудовлетворительной коммутации. Графики работы ТЭД в условиях эксплуатации приведены на рис. 2-7.

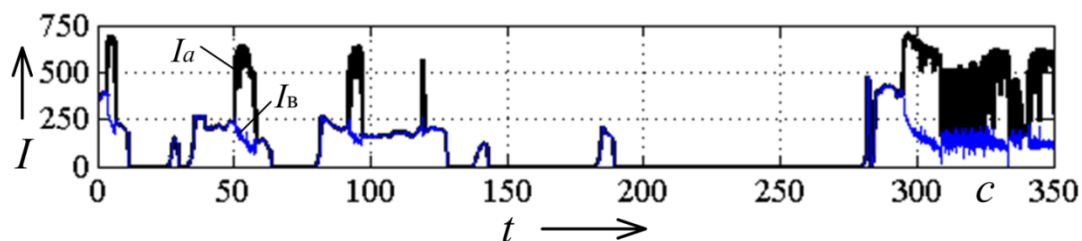


Рисунок 2 – Графики изменения тока якоря и тока возбуждения ТЭД

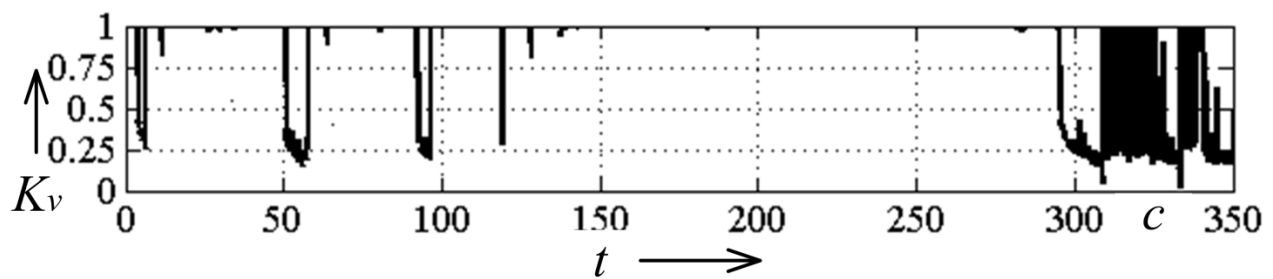


Рисунок 3 – График изменения коэффициента ослабления поля (степени возбуждения)

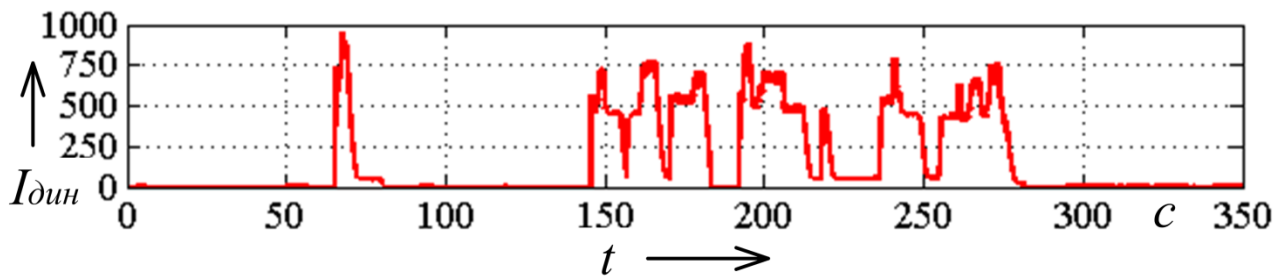


Рисунок 4 – График изменения тока якоря в режиме динамического торможения

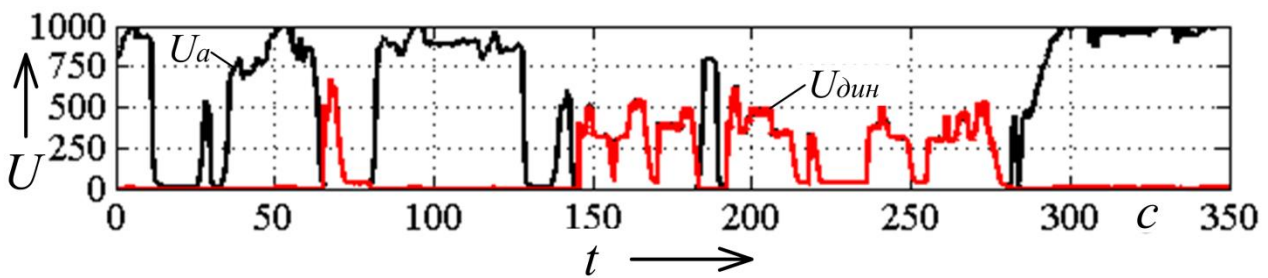


Рисунок 5 – Графики изменения напряжения якоря ТЭД

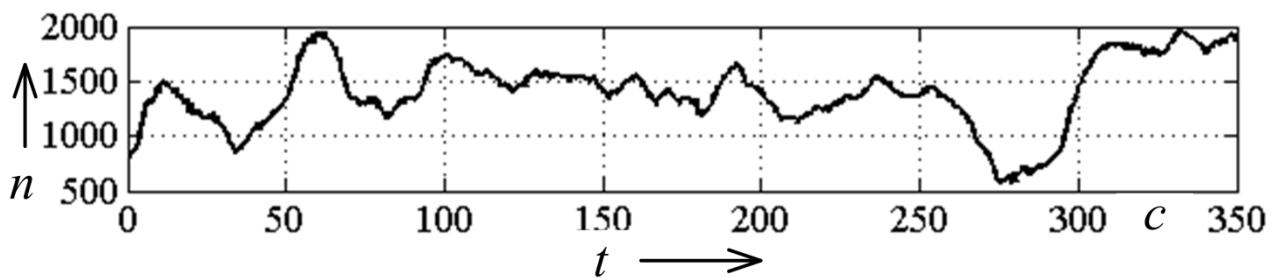


Рисунок 6 – График изменения частоты вращения якоря ТЭД

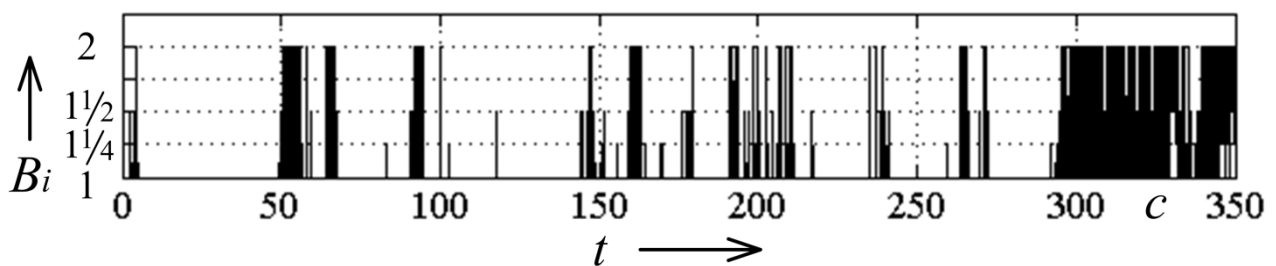


Рисунок 7 – Изменение интенсивности искрения по стандартной шкале

Условия работы карьерных самосвалов могут существенно отличаться, разные уклоны, плечи, установленные скорости движения и т.д., от этого существенно зависят режимы работы ТЭД и их длительность. По полученным в результате обработки данным в угольном разрезе характерно распределение длительности режимов работы представленное на рис. 8.

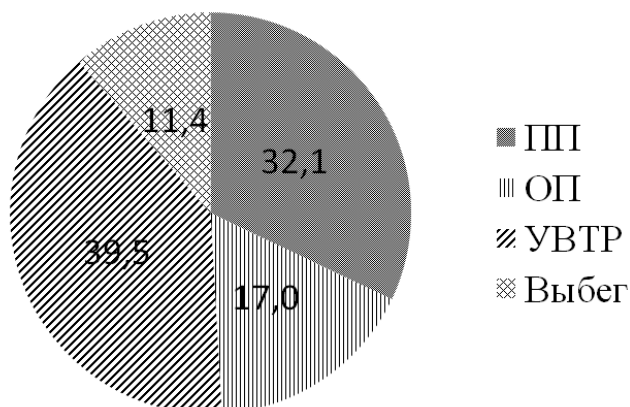


Рисунок 8 – Длительность режимов работы ТЭД (%) в условиях угольного разреза

На рис. 8 использованы следующие обозначения: ПП – полное возбуждение; ОП – ослабление поля; УВТР – динамическое торможение.

Для каждого из режимов построены гистограммы относительных частот возникновения различных интенсивностей искрения в соответствии со стандартной шкалой искрения (рис. 9).

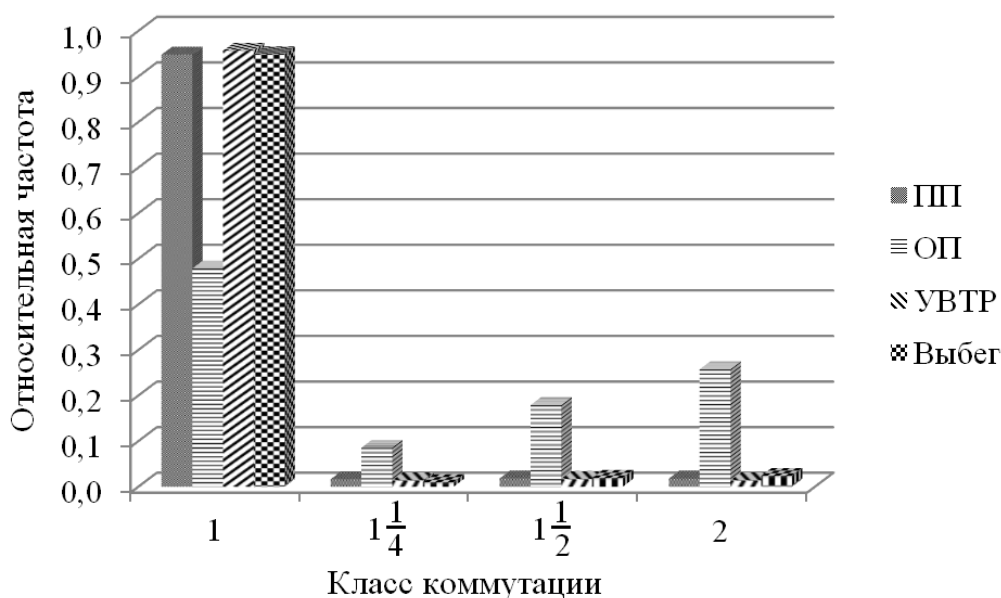


Рисунок 9 – Гистограммы относительных частот возникновения различных классов коммутации в соответствии со стандартной шкалой искрения

Анализ гистограмм относительных частот (рис. 9) показал, что режим ослабления поля является наиболее неблагоприятным в отношении коммутации, в остальных же режимах преобладает «темная коммутация».

Основными неблагоприятными факторами для режима ослабления поля является:

1. Высокий коэффициент пульсации тока якоря K_p :

$$K_p = \frac{I_{aMax<\frac{1}{10}>} - I_{aMin<\frac{1}{10}>}}{2 \cdot I_{aAv<\frac{1}{10}>}}, \quad (2)$$

где $I_{aMax<\frac{1}{10}>}$ – максимальное значение тока якоря, А;

$I_{aMin<\frac{1}{10}>}$ – минимальное значение тока якоря, А;

$I_{aAv<\frac{1}{10}>}$ – среднее значение тока якоря, А.

Среднее значение коэффициента пульсации тока якоря составило 0,27 (рис. 10), что может быть причиной пульсации основного магнитного потока и поля реакции якоря и оказывает негативное влияние на процесс коммутации.

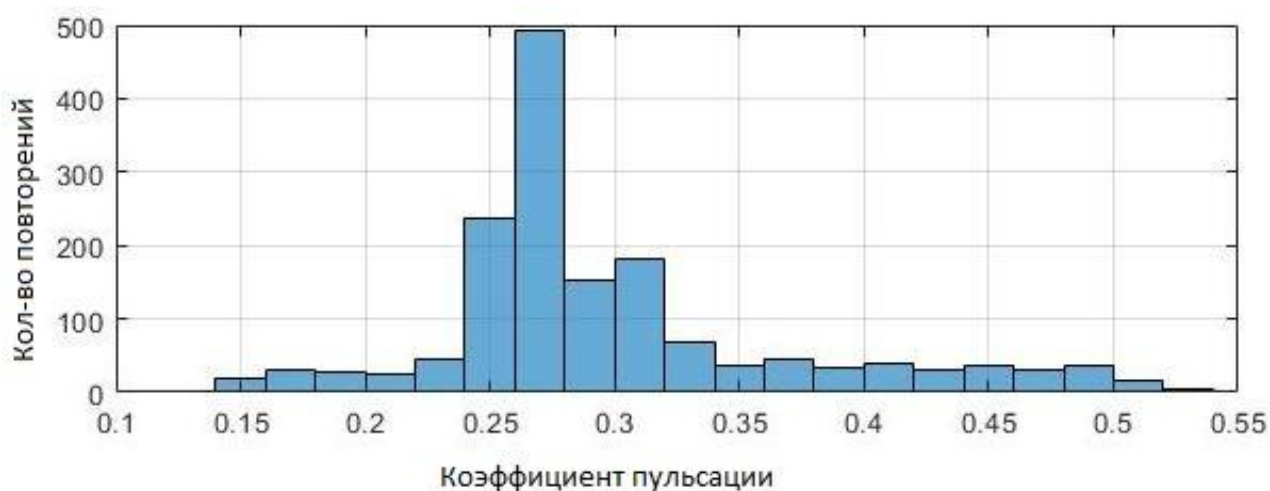


Рисунок 10 – Распределение коэффициента пульсации в режиме ослабления поля

Причиной больших пульсаций является способ реализации ослабления поля – шунтирование обмоток возбуждения тиристорами без элементов, сглаживающих пульсации.

2. Глубокое ослабление поля, т.е. значительное снижение коэффициента ослабления поля K_v .

Коэффициент ослабления поля был рассчитан по выражению:

$$K_v = \frac{I_{a<\frac{1}{10}>} - I_{op<\frac{1}{10}>}}{I_{a<\frac{1}{10}>}}, \quad (3)$$

где $I_{a<\frac{1}{10}>}$ – среднее значение тока якоря, А;

$I_{op<\frac{1}{10}>}$ – среднее значение тока ослабления поля, А.

На рис. 11 приведена гистограмма распределение степени возбуждения при работе ТЭД в режиме ослабления возбуждения. Среднее значение коэффициента ослабления поля составило 0,23.

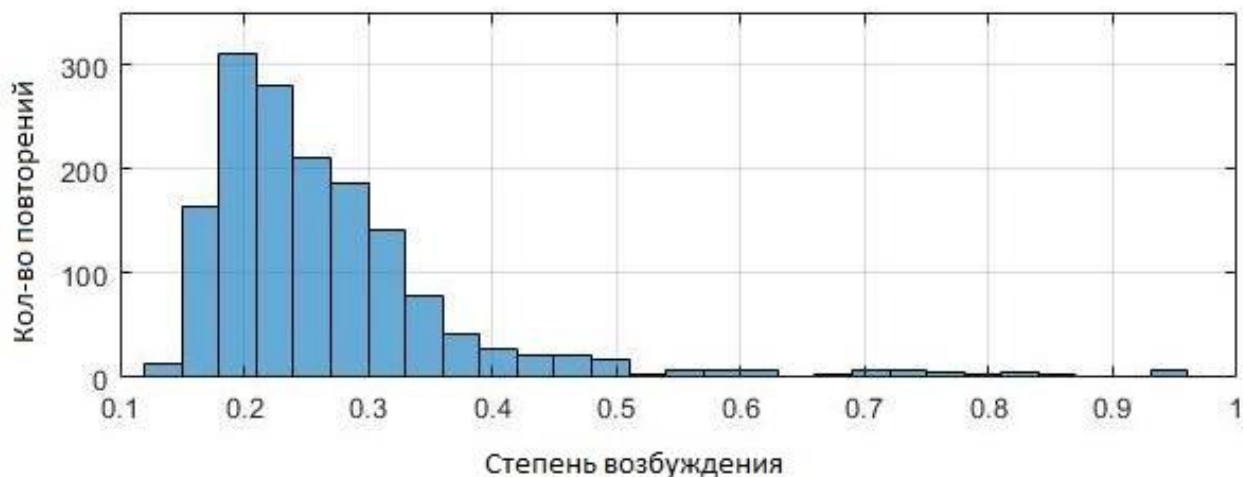


Рисунок 11 – Распределение степени возбуждения

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1) на рассматриваемом угольном разрезе ТЭД самосвала «Белаз» работает с полным возбуждением 32,1 % времени, с ослаблением возбуждения – 17 %, динамическое торможение – 39,5 %, выбег – 11,4 %.

2) Искрение в коллекторно-щеточном узле ТЭД с классом коммутации больше единицы появляется в основном при ослаблении возбуждения, при этом относительные частоты равны: 0,085 (класс коммутации 1 $\frac{1}{4}$); 0,18 (класс коммутации 1 $\frac{1}{2}$); 0,26 (класс коммутации 2).

3) Одной из причин появления неудовлетворительной коммутации в коллекторно-щеточном узле ТЭД самосвала «Белаз» является работа системы управления ТЭД в режиме ослабления возбуждения, при этом значительно возрастают пульсации тока якоря и возбуждения, которые зависят от величины степени возбуждения.

4) Одним из возможных способов улучшения процесса коммутации ТЭД самосвала «Белаз» является настройка работы системы управления в режиме ослабления поля, в этом случае система управления будет ослаблять возбуждение только до минимально допустимого значения, при котором класс коммутации не превышает 1 $\frac{1}{4}$ балла.

Список литературы

1. Найден, С. Н. Видеоизмерительный комплекс оценки состояния коммутации тяговых электродвигателей карьерного самосвала БЕЛАЗ 75306 в условиях эксплуатации / С. Н. Найден // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы III всероссийской науч.-технич. конференции с международным участием / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – С. 88 – 94.

2. Методика оценки состояния коммутации тяговых электродвигателей карьерных самосвалов в условиях эксплуатации / В. В. Харламов [и др.] // Омск: Омский научный вестник. – 2019. – № 4 (166). – С. 23 – 28.

3. Курбасов, А. С. Проектирование тяговых электродвигателей / А. С. Курбасов, В. И. Седов, Л. Н. Сорин. – М.: Транспорт, 1987. – 536 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Харламов Виктор Васильевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: harlamovVV@omgups.ru

Найден Сергей Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: sergeynayden@gmail.com

Москалев Юрий Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 31-18-27.
E-mail: yuriyvm@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kharlamov Viktor Vasil'evich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
The head of the department «Electric machines and electrical engineering» OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: harlamovVV@omgups.ru

Naiden Sergei Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
The Postgraduate student of the department «Electric machines and electrical engineering» OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: sergeynayden@gmail.com

Moskalev Yuriy Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
The Senior lecturer of the department «Electric machines and electrical engineering» OSTU.
Phone: (3812) 31-18-27.
E-mail: yuriyvm@mail.ru

Е. К. Хусаинов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ОСЦИЛЛОГРАММ АВАРИЙНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье рассмотрен вопрос анализ осциллограмм аварийных отключений быстродействующих выключателей контактной сети тяговых подстанций постоянного тока. Кратко рассмотрена классификация осциллограмм интеллектуальных терминалов присоединений ИнТер (ЦЗАФ)-3,3. Проведен анализ одной из осциллограмм отключений быстродействующего выключателя при медленном нарастании тока. По результатам анализа осциллограмм получена количественная оценка доли отключений при медленном нарастании тока в общем массиве.

Ключевые слова: осциллограмма отключения, ИнТер (ЦЗАФ)-3,3, медленное нарастание тока, тяговая подстанция, быстродействующий выключатель.

Yermek K. Khusainov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

WAVEFORM ANALYSIS OF OUTAGES OF HIGH-SPEED CIRCUIT BREAKERS FOR TRACTION SUBSTATIONS DC

The article deals with the problem of analysis of oscillograms of emergency shutdowns of high-speed switches of the contact network of DC traction substations. The classification of oscillograms of intelligent terminals of inter connections (ZAF)-3.3 is briefly considered. The analysis of one of the oscillograms of disconnections of a high-speed switch with a slow increase in current is carried out. Based on the results of the analysis of oscillograms, a quantitative estimate of the share of outages with a slow increase in current in the total array was obtained.

Keywords: trip oscillogram, inter (ZAF)-3.3, slow current build-up, traction substation, high-speed switch.

Основопологающей задачей при разработке мероприятий, направленных на снижение числа отключений БВ ТПС постоянного тока, является проведение глубокого анализа особенностей процесса отключения. Наиболее широко классификация аварийных процессов в контактной сети постоянного тока по

результатам анализа осциллограмм, зафиксированных с помощью интеллектуальных терминалов присоединений ИнТер (ЦЗАФ) – 3,3 [1, 2], представлена в [3]. Классификацию можно представить в виде, изображенном на рис. 1.



Рисунок 1 – Классификация особенностей отключений БВ ТПС

Корректное отнесение той или иной осциллограммы к определенному типу отключений в ряде случаев вызывает трудности. В нашем случае наибольший интерес вызывает отключения БВ ТПС при перегрузке фидера контактной сети, а именно при «плавном» (медленном) нарастании тока ЭПС. Ранее уже рассматривался вопрос об изменении чувствительности дистанционной защиты контактной сети постоянного тока при адаптации к тяговому режиму [4]. Данную особенность отключения относительно просто выявить при анализе осциллограмм. Типичная осциллограмма отключения при медленном нарастании тока по фидеру изображена на рис. 2.

На осциллограмме показано медленное нарастание тока и при достижении им значения уставки $I_y = 4200$ А происходит отключение БВ и ток по фидеру снижается до нуля. Уровень напряжения в контактной сети около 3500 В, в момент отключения кратковременные изменения характерны для коммутационных процессов. Далее уровень напряжения в контактной сети

снижается до значений 3000 В, что свидетельствует об одностороннем питании со стороны смежной ТПС.

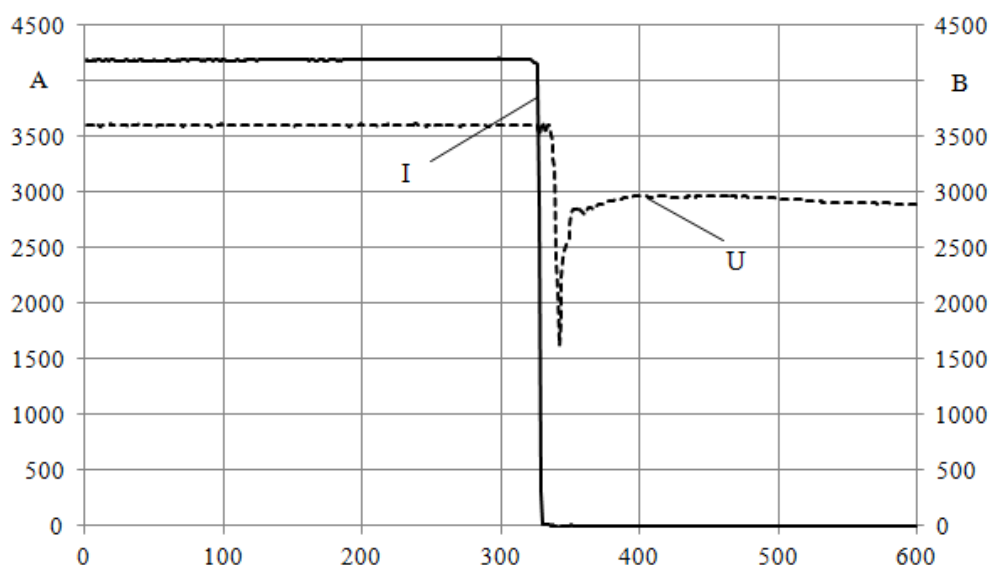


Рисунок 2 –Типичная осциллограмма отключения БВ при медленном нарастании тока

Для оценки доли отключений БВ ТПС при медленном нарастании тока проанализированы свыше 750 осциллограмм, зафиксированных терминалами защит ТПС в границах Западно-Сибирской железной дороги. Распределение отключений БВ при медленном нарастании тока и по остальным причинам приведено на рис. 3, а. Однако доля в 15 % является общей для выборки всех рассматриваемых ТПС. В ходе проведения анализа выявлены БВ ряда ТПС с процентным соотношением много выше, чем среднее значение. Так БВ Ф4 ТПС Таскаево имеет долю отключений БВ при медленном нарастании тока в 43 %, при выборке в 77 осциллограмм (рис. 3, б). Подобные БВ ТПС, с долей отключений выше среднего, являются приоритетными в ходе реализации мероприятий, направленных на снижение числа отключений.

Подобный анализ отключений возможен только при фиксировании осциллограмм. В настоящее время идет плановое оснащение БВ терминами защит ИнТер-3,3. Однако ежегодные темпы поставки терминалов относительно низкие. Так по состоянию на декабрь 2019 г. оснащенность терминалами защит ИнТер (ЦЗАФ)-3,3 ТПС, ПСК и ППС в границах Западно-Сибирской железной дороги составляет около 16 %. Стоит отметить, что оснащение терминалами защит выполняется только в последние 15 лет. Подробная информация по оснащенности приведена в таблице 1.

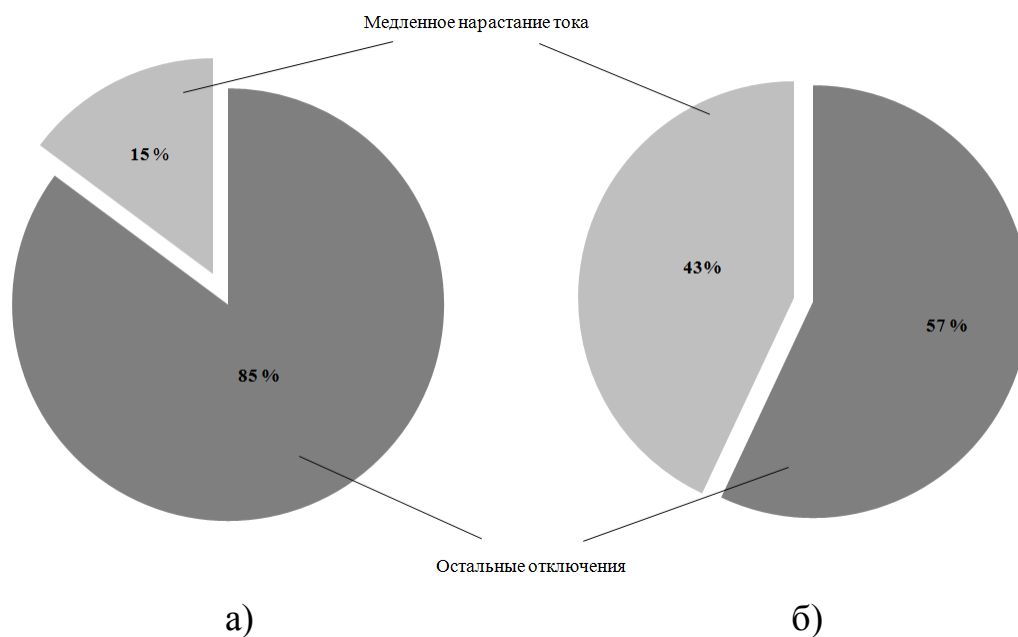


Рисунок 3 – Доля отключений при медленном нарастании тока из всех отключений БВ: а – общая выборка отключений; б – выборка отключений БВ Ф4 ТПС Таскаево

Таблица 1

Оснащенность терминалами защит ИнТер (ЦЗАФ)-3,3 ТПС, ПСК и ППС в границах Западно-Сибирской железной дороги

Дистанция электроснабжения	БВ ТПС		БВ ПСК, ППС		Итого
	Общее число БВ	Оснащенность терминалами	Общее число БВ	Оснащенность терминалами	
ЭЧ-1 Входная	123	19	53	–	176
ЭЧ-2 Омск	104	14	59	13	163
ЭЧ-5 Барабинск	104	2	51	–	155
ЭЧ-6 Новосибирск	130	14	71	6	201
ЭЧ-7 Тайга	97	16	84	–	181
ЭЧ-8 Инская	88	19	84	–	172
ЭЧ-16 Кемерово	64	15	28	3	92
ЭЧ-17 Белово	89	61	55	–	144
ЭЧ-18 Междуреченск	118	67	59	–	177
Итого фидеров к.с.	917	–	544	–	1461
ЦЗАФ (ИнТер)-3,3	–	227	–	22	227
Оснащенность, %	–	25	–	4	16

Из низкого процента оснащённости фидеров контактной сети терминалами защит сложно объективно судить о доле отключений БВ при медленном нарастании нагрузки в общем числе отключений. Отключения фидеров, необорудованных терминалами защит, фиксируется в оперативном журнале персоналом ТПС или энергодиспетчером. Так динамика изменения общего числа отключений и в среднем на один фидер ТПС в границах Западно-Сибирской железной дороги за период 2011 – 2018 гг. в целом имеет отрицательный характер (рис. 4).

Отрицательная динамика изменения числа отключений связана в первую очередь с проводимой Дорожной электротехнической лабораторией и дистанциями электроснабжения работой в области настройки защит. Настройка защит подразумевает под собой, как и повышение уставки срабатывания максимально-импульсной защиты БВ в границах допустимых значений в соответствии с утвержденной картой уставок, так и выбор оптимального состава защит (геркон, ИнТер (ЦЗАФ)-3,3 и т.д.).

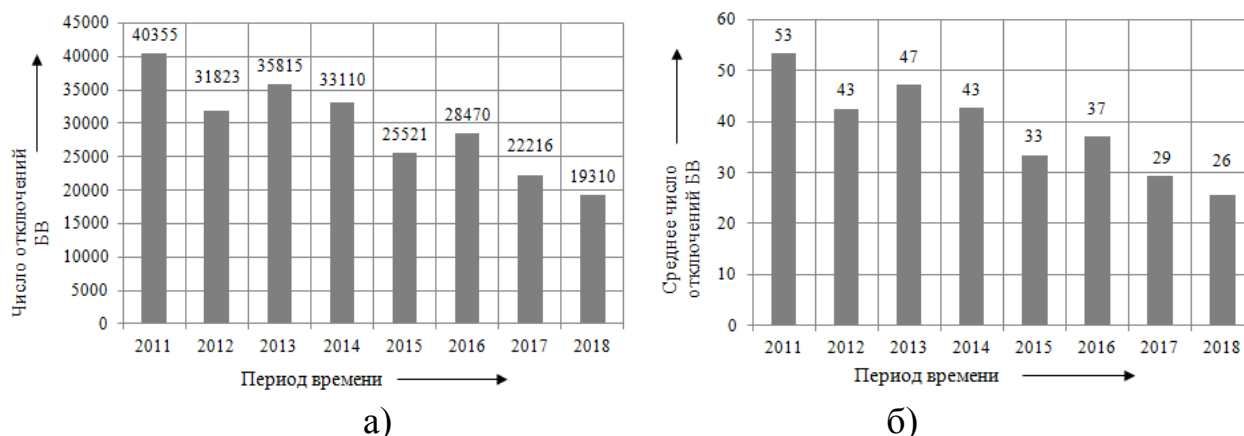


Рисунок 4 – Динамика изменения числа отключений БВ ТПС в границах Западно-Сибирской железной дороги за период 2011 – 2019 гг. в:
а – общего числа отключений в год; б – среднее число отключений БВ ТПС в год

В итоге для приблизительной оценки доли отключений при медленном нарастании тока в общем числе отключений БВ ТПС предложено, с допущениями, использовать процентное соотношение, полученное выше по результатам анализа осциллограмм терминалов защиты ИнТер (ЦЗАФ)-3,3, в 15 %. Тогда приблизительное число отключений БВ при медленном нарастании тока, например за 2018 г. составляет 2896 отключений. В дальнейшем в расчетах полученное число будет использоваться как базовое при расчете технико-экономического эффекта при использовании дистанционной защиты с адаптацией к тяговому режиму.

Список литературы

1. СР.251.208-01-РЭ. Терминал присоединения интеллектуальный ЦЗАФ-3,3. Руководство по эксплуатации.
2. АВ091-00-000-00-РЭ. Терминал присоединения интеллектуальный ИнТер-3,3. Руководство по эксплуатации.
3. Кондаков, А. Д. Цифровые терминалы ИнТер. Особенности применения: учеб. пособие / А. Д. Кондаков, А. В. Мизинцев. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 284 с.
4. Хусаинов, Е. К. Об изменении чувствительности защит контактной сети постоянного тока при адаптации к току тяговой нагрузки [Текст] / Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы научной конференции / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019. – С. 295 – 301.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Хусаинов Ермек Кенжебулатович
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электроснабжение
железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 44-27-61.
E-mail: husainov0908@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Khusainov Yermek Kenzhebulatovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Postgraduate student of the department
"Electricity supply of railway transport"
OSTU.
Phone: (3812) 44-27-61.
E-mail: husainov0908@rambler.ru

УДК 621.331.3.024

Е. К. Хусаинов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Омск, Российская Федерация

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ С АДАПТАЦИЕЙ К ТЯГОВОЙ НАГРУЗКЕ

В статье рассмотрен алгоритм работы дистанционной защиты контактной сети постоянного тока в составе защит интеллектуального терминала присоединения ИнТер-3,3 кВ. Предложены изменения в алгоритм с целью реализации принципа адаптации дистанционной защиты к тяговому режиму электроподвижного состава. Определен временной интервал измерения тока присоединения.

Ключевые слова: дистанционная защита, адаптация, защита контактной сети, алгоритм.

ALGORITHM FOR IMPLEMENTING REMOTE PROTECTION WITH ADAPTATION TO TRACTION LOAD

The article considers the algorithm of remote protection of the DC contact network as part of the protection of the intelligent terminal for connecting inter-3,3 kV. changes to the algorithm are Proposed in order to implement the principle of adaptation of remote protection to the traction mode of electric rolling stock. The time interval for measuring the connection current is determined.

Keywords: remote protection, adaptation, contact network protection, algorithm.

Ранее в границах Западно-Сибирской железной дороге применялась схема адаптации дистанционной защиты контактной сети к тяговой нагрузке в составе комплектах защит ЗДА-3,3, ЗДМА-3,3 и ЗМКС-3,3. Эксплуатация комплектов защит имела положительный эффект в отношении снижения числа излишних отключений от действия максимальных рабочих токов электроподвижного состава. В настоящее время проводится планомерное техническое перевооружения распределительных устройств РУ-3,3 кВ тяговых подстанций постоянного тока, в том числе с установкой современных интеллектуальных терминалов защит ИнТер-3,3 кВ производства ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО».

Терминал в соответствии с Руководством [1] позволяет реализовать достаточно широкий спектр защит и функций автоматики. В составе защит предусмотрена направленная дистанционная защита (защита по минимальному сопротивлению). Параметры защиты включают в себя: диапазон регулирования уставки по сопротивлению, диапазон регулирования уставки по выдержке времени, значение дискретности уставки, коэффициент возврата по сопротивлению и время возврата. Адаптация к тяговому режиму в терминале не предусмотрена.

Упрощенная блок-схема реализации дистанционной защиты контактной сети представлена на рис. 1.

Алгоритм реализации направленной дистанционной защиты интеллектуального терминала присоединения ИнТер-3,3 кВ представлен на рис. 2.

Алгоритм предусматривает вычисление сопротивления контактной сети посредством деления входных аналоговых величин напряжения контактной сети $U_{\text{кв}}$ и тока фидера $I_{\text{ф}}$ аналоговым элементом операции деление *inst1*. С помощью

компаратора *inst2* сравниваются значения вычисленного сопротивления с уставкой дистанционной защиты, заданной входной аналоговой величиной R_{min} . Компараторы *inst4* и *inst5* необходимы для отслеживания необходимых условий корректной работы дистанционной защиты и при несоответствии последних заданным величинам срабатывание защиты блокируется.

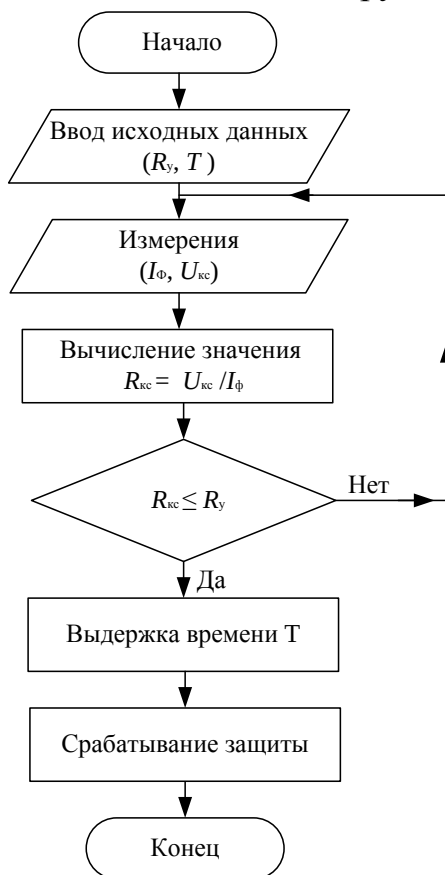


Рисунок 1 – Блок-схема реализации дистанционной защиты контактной сети

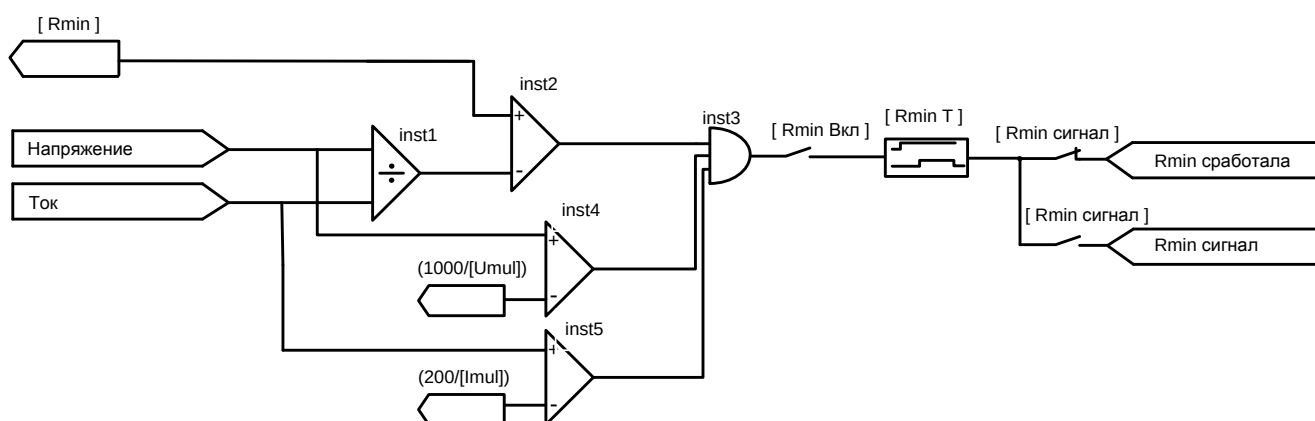


Рисунок 2 – Алгоритм реализации направленной дистанционной защиты интеллектуального терминала присоединения ИнТер-3,3 кВ

Далее логические сигналы с блоков *inst2*, *inst4* и *inst5* попадают на вход блока *inst3* (трехкодовое логическое «И»). При наличии на входе *inst3* трех логических единиц и введенном программном ключе R_{min} Вкл сигнал, после блока выдержки времени $R_{min} T$, в зависимости от выбора действия попадает на блок отключения или сигнализация срабатывания направленной дистанционной защиты.

В общем понимании реализация функции адаптации дистанционной защиты к тяговому режиму заключается в снижении уставки защиты при увеличении тока нагрузки фидера. Снижение уставки происходит дискретно, через определенный временной интервал Δt . Закладываемый принцип адаптации качественно изображен на рис. 3.

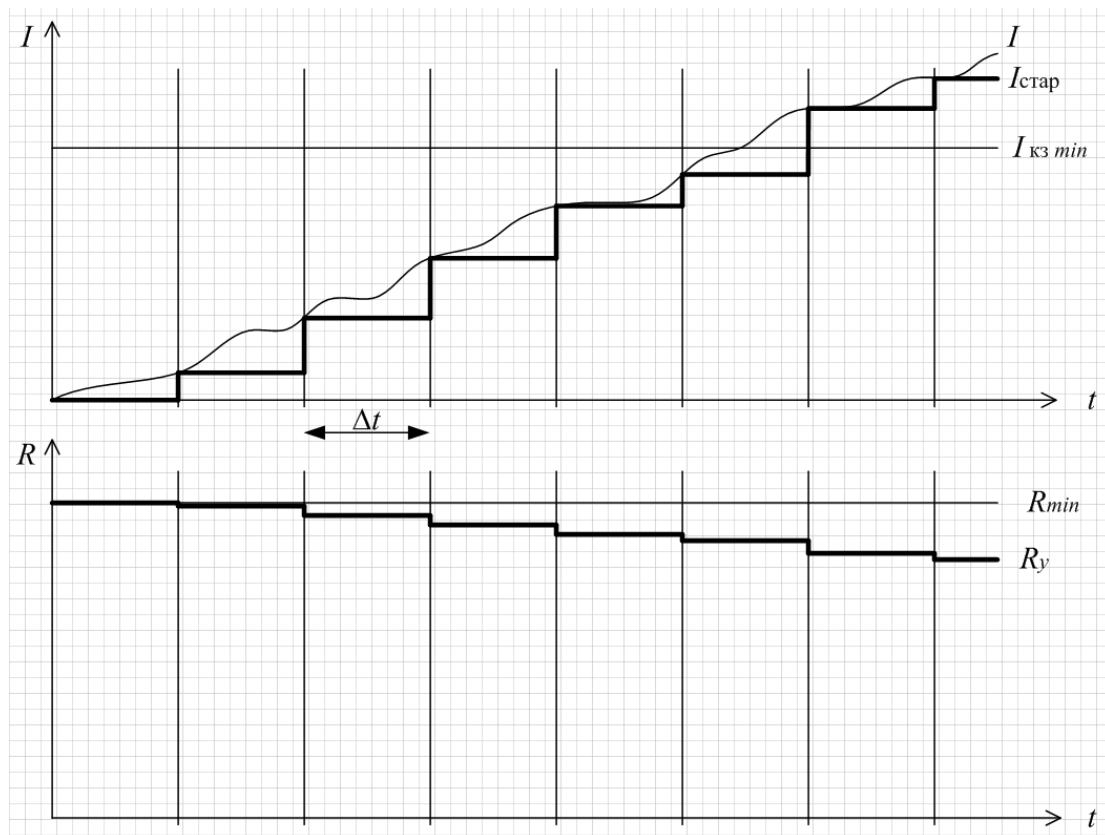


Рисунок 3 – Принцип реализации адаптации дистанционной защиты к тяговому режиму

Кривая *I* условно показывает характер изменения тока нагрузки, протекающего по фидеру контактной сети. Линии $I_{кз min}$ и $R_{кз min}$ проведены на уровне минимального расчетного тока и сопротивления короткого замыкания в конце защищаемой зоны. Кривая *I*_{стар} служит для фиксирования значения тока нагрузки на определенный интервал времени и корректировки на основании этого значения уставки. Кривая *R*_у показывает адаптацию уставки

защиты при увеличении тока, основанного на кривой $I_{стар}$. Корректировка R_y также выполняется дискретно. Фиксированное значение тока необходимо на определенном интервале времени необходимо для исключения случаев адаптации защиты при коротком замыкании во время увеличения тока нагрузки. Пример короткого замыкания при предшествующем режиме нагрузки и адаптации защиты приведен на рис. 3. Введя интервал времени, адаптация к режиму происходит с небольшой задержкой, равной этому же интервалу. Одной из основных сложностей является выбор интервала времени Δt .

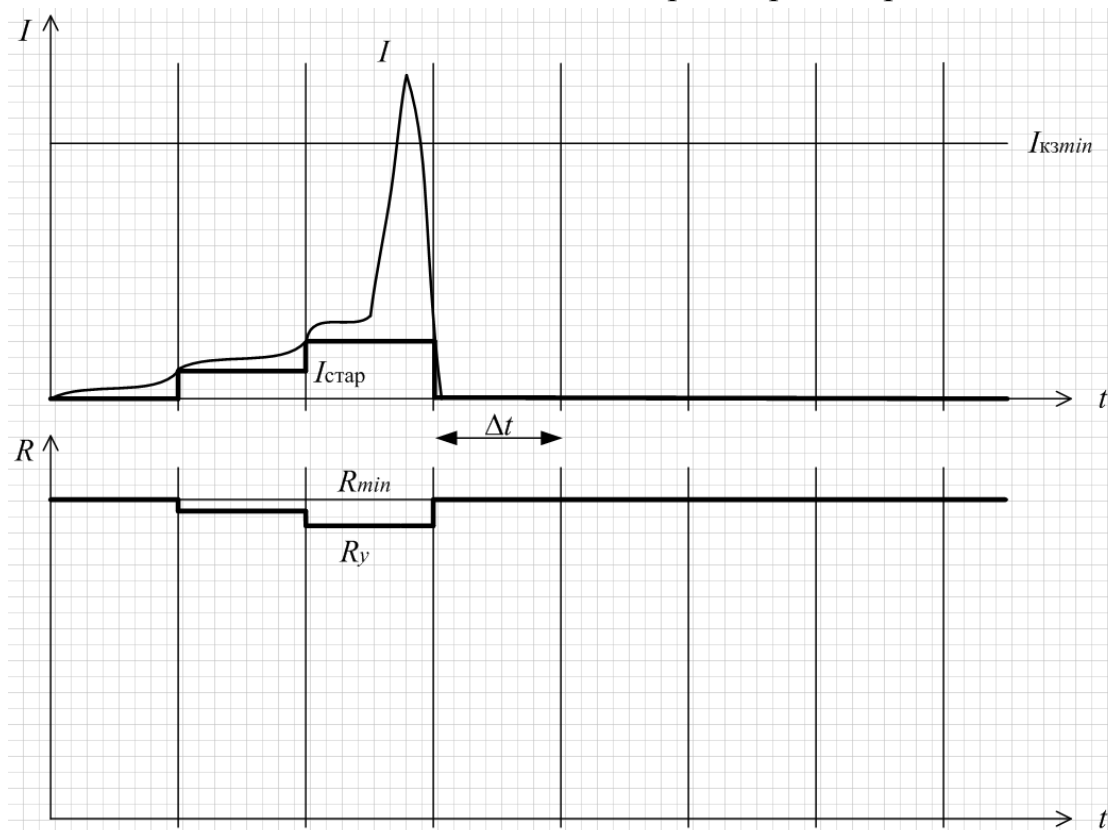


Рисунок 4 – Процесс короткого замыкания в процессе адаптации дистанционной защиты к тяговому режиму

На основе анализа принципов, описанных выше, предложен алгоритм адаптации защиты на основе алгоритма дистанционной защиты, входящей в состав защит интеллектуального терминала ИнТер-3,3 кВ.

Предлагаемый алгоритм дистанционно защиты с адаптацией приведен на рис. 5.

Алгоритм отличается от алгоритма, изображенного на рис. 1, наличием цепи адаптации. Корректировка уставки срабатывания дистанционной защиты выполняется сумматором *inst10*. Определение минимального значения тока из входных значений «Ток» и «Ток старый» осуществляется элементом

двухкодового минимума $inst6$. Элемент операции деление $inst7$ определяет отношение минимального тока фидера к его максимальному значению I_{max} . Элемент умножения $inst8$ и $inst9$ определяют отрицательную величину коррекции уставки дистанционной защиты за счет адаптации к предшествующему току нагрузки.

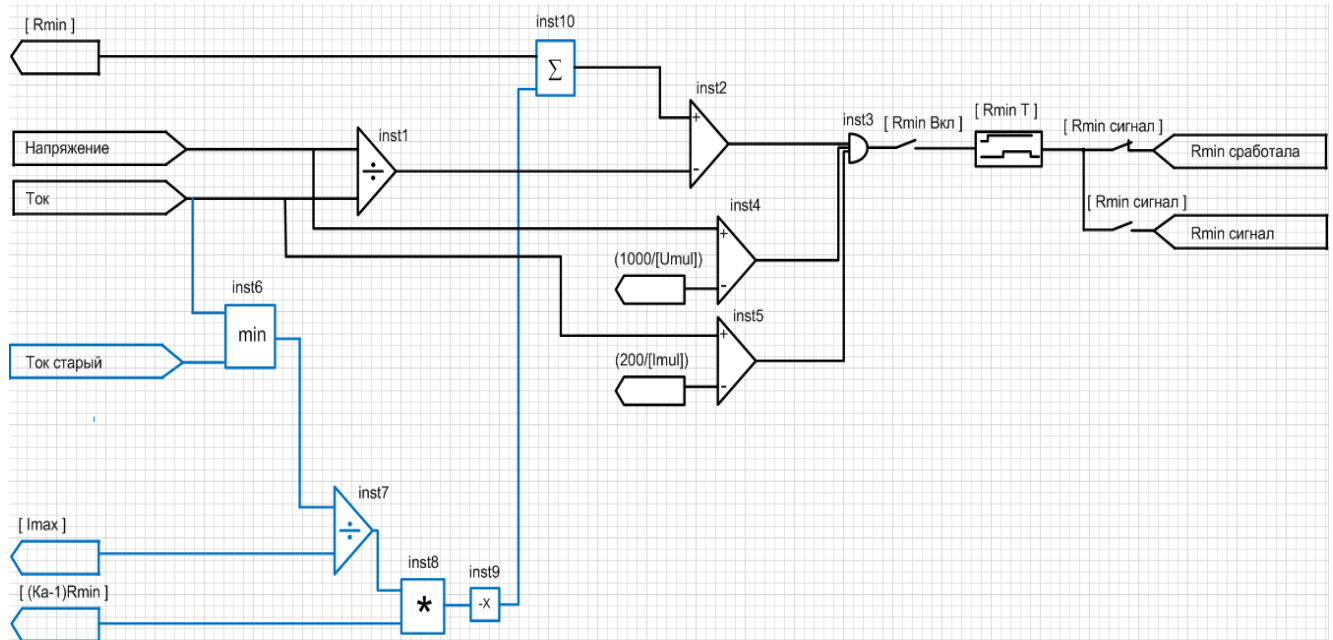


Рисунок 5 – Алгоритм реализации функции адаптации дистанционной защиты к тяговому режиму

При плавном увеличении тока нагрузки корректировка уставки дистанционной защиты осуществляется по формуле:

$$R_Y = R_{min} \left(1 - \left(\frac{I_{стар}}{I_{max}} \right) (k_a - 1) \right) \quad (1)$$

где k_a – коэффициент адаптации дистанционной защиты.

При снижении тока нагрузки корректировка уставки дистанционной защиты осуществляется по формуле:

$$R_Y = R_{min} \left(1 - \left(\frac{I}{I_{max}} \right) (k_a - 1) \right) \quad (2)$$

Как отмечалось ранее, важной задачей является интервала времени Δt . Для корректной работы алгоритма интервал времени Δt должен соответствовать некоторым условиям:

1. Значение Δt должно быть больше времени выдержки $R_{min} T$, для исключения случаев изменения уставки при уже выполненном условии срабатывания дистанционной защиты и отчете выдержки времени;

2. Значение Δt должно быть больше суммарного времени с начала возникновения и до ликвидации аварийного тока отключением быстродействующего выключателя при коротком замыкании в контактной сети;

3. При выборе значения Δt необходимо учитывать и максимально эффективно его отстроить как от скорости изменения тока потребления электроподвижного состава при смене позиций контролера, так и от скорости нарастания тока при коротком замыкании.

Стандарт [2] четко определяет номенклатуру функций защит и блокировок питающих линий распределительных устройств напряжением 3 кВ постоянного тока. Направленная дистанционная защита в данной номенклатуре определена как добавочная опция. С выдержкой времени не более 0,2 с. Допускается применение направленной дистанционной защиты в качестве резервной или основной защиты. В первом случае, в соответствии со Стандартом [3], нижняя граница диапазона выбора выдержки времени – 0,15 с. Во втором случае, при применении направленной дистанционной защиты в качестве основной защиты, срабатывание происходит без выдержки времени. Для получения наиболее полного положительного эффекта от применения принципа адаптации к тяговой нагрузке необходимо применение направленной дистанционной защиты в качестве основной защиты для снижения числа отключений быстродействующих выключателей от действия максимальных рабочих токов электроподвижного состава. Таким образом, при выборе значения Δt необходимо учитывать только время срабатывания встроенных в блок защит и автоматики ИнТер-3,3 кВ электронных ключей, равным 1 мс.

$$\Delta t \geq 1 \text{ мс} \quad (3)$$

Для выполнения второго условия необходимо оценить суммарное время с момента возникновения и до момента локализации короткого замыкания в контактной сети. Учитывая паспортные значения полного времени отключения выключателя, для большинства быстродействующих выключателей наибольшее значение – 50 мс, и каскадность действия защит, суммарное время составляет около 100 мс. В итоге при выборе значения интервала времени Δt должно выполняться условие (4).

$$\Delta t \geq 100 \text{ мс} \quad (4)$$

Для обеспечения отстройки от скорости изменения тока потребления

электроподвижного состава при смене позиций контролера необходимо рассмотреть наиболее сложный, с точки зрения скорости, режим пуска. Из инструкции [4] известно, что при любом пуске время перехода с позиции на позицию, как правило, не меньше одной секунды. То есть интервал времени $\Delta t < 1$ с позволяет отстроиться от максимальных бросков тока в режиме пуска.

Известно, что при замыкании линейной цепи LR с источником постоянного напряжения ток изменяется по экспоненциальному закону (5).

$$i(t) = I_0 + \Delta I \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \quad (5)$$

где I_0 – ток до начала переходного процесса;

ΔI – приращение тока в момент переходного процесса;

T – постоянная времени цепи, равная отношению её индуктивности к омическому сопротивлению.

В данном случае рассматривается режим удаленного короткого замыкания в конце зоны защиты, при котором справедливо изменение тока по закону (5). В большинстве случаев ток при коротком замыкании не изменяется по экспоненциальному закону, ввиду наличия в тяговой сети нелинейных элементов. Для осуществления отстройки от режима короткого замыкания, а именно недопущения адаптации уставки дистанционной защиты к току короткого замыкания, необходимо выбирать Δt таким, чтобы процесс короткого замыкания от момента до установившегося значения находился в интервале Δt . Определяющей в этом случае является постоянная времени тяговой сети T конкретного участка. Для обобщенного значения T можно воспользоваться данными, приведенными в [5]. Автор приводит значения для режима короткого замыкания $T = 0,003 \div 0,2$ с. Для выполнения отстройки от режима короткого замыкания необходимо выполнение условия (6). Выбранное условие объясняется тем, что при прошествии времени, равного $3T$, с момента возникновения повреждения ток короткого замыкания в большинстве случаев достигает 95% от установившегося значения.

$$\Delta t \geq 3T \quad (6)$$

Таким образом, интервал времени Δt для одновременной отстройки как от скорости изменения тока потребления электроподвижного состава, так и от скорости нарастания тока при коротком замыкании должен удовлетворять условию:

$$0,6 \text{ с} \leq \Delta t \leq 1 \text{ с} \quad (7)$$

Левая часть условия приведена для наиболее тяжелого случая с постоянной времени $T=0,2$ с. Условие (7) является ориентиром для выбора интервала времени Δt и скорее всего, по результатам опытной эксплуатации, возможно изменение верхней границы, составляющая 1 с, в сторону снижения.

Таким образом, предложены изменения в существующий алгоритм работы дистанционной защиты в составе защит интеллектуального терминала присоединения ИнТер-3,3 кВ. Определен интервал времени Δt дистанционной защиты с адаптацией к тяговому режиму.

Список литературы

1. Руководство по эксплуатации. Терминал интеллектуальный присоединения 3,3 кВ ИнТер-3,3 [Текст] / СПб: НИИЭФА-ЭНЕРГО, 2013. – 75 с.
2. СТО РЖД 07.021.1-2015 «Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 1. Общие принципы и правила построения защит, блокировок и автоматики в системах тягового электроснабжения» [Текст] / ОАО «РЖД». – М., 2015. – 33 с.
3. СТО РЖД 07.021.5-2018 Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 5. Методика выбора уставок защит в системе тягового электроснабжения постоянного тока [Текст] / ОАО «РЖД». – М., 2018. – 107 с.
4. Инструкция по выбору уставок защит терминала ЦЗАФ-3,3 [Текст] / ОАО «РЖД». – М., 2009. – 51 с.
5. Векслер, М. И. Защита тяговой сети постоянного тока от токов короткого замыкания [Текст] / М. И. Векслер – М.: Транспорт, 1976. – 120 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Хусаинов Ермек Кенжебулатович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Электроснабжение
железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 44-27-61.
E-mail: husainov0908@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Khusainov Yermek Kenzhebulatovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Postgraduate student of the
department "Electricity supply of railway
transport" OSTU.
Phone: (3812) 44-27-61.
E-mail: husainov0908@rambler.ru

А. А. Штраухман

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЯГИ ПОЕЗДОВ

В статье описан процесс реализации расчетной модели для создания интеллектуальной системы оценки энергоэффективности для типового участка, выполненный в программном комплексе «КОРТЭС». Проведены тяговые расчеты для ЭПС постоянного тока, на основе которых в итоге сгенерированы графики движения поездов и произведены электрические расчеты.

Ключевые слова: тяга поездов, энергоэффективность, расход электроэнергии, показатели энергоэффективности.

Aleksander A. Straukhman

Omsk state University of Railways (OSTU), Omsk, Russian Federation

APPROACHES TO THE CREATION OF CALCULATION MODEL FOR ESTIMATES OF TRAIN TRACTION ENERGY EFFICIENCY

The article describes the process of implementing the calculation model for creating an intelligent energy efficiency rating system for a typical site, performed in the KORTES software package. Traction calculations for locomotives and electrical trains were carried out, on the basis of which train schedules and electrical calculations were ultimately generated.

Keywords: train traction, energy efficiency, energy consumption, energy efficiency indicators.

Создание интеллектуальной системы мониторинга энергоэффективности тяги поездов на сегодняшний день являются актуальной для ОАО «РЖД» задачей, а предлагаемые в статье [1] подходы позволят получить необходимые расчетные выражения и коэффициенты для дальнейшей разработки алгоритмов и методов автоматизированного определения энергетической эффективности СТЭ.

Для создания подобной системы целесообразно использовать программный комплекс КОРТЭС.

В данной статье рассматривается алгоритм расчетной модели для III типа профиля, как для однопутного участка, так и для двухпутного, алгоритм,

включающий в себя тяговые расчеты для грузового, пассажирского и пригородного видов движений на данном типовом участке, приведенном на рис. 1.

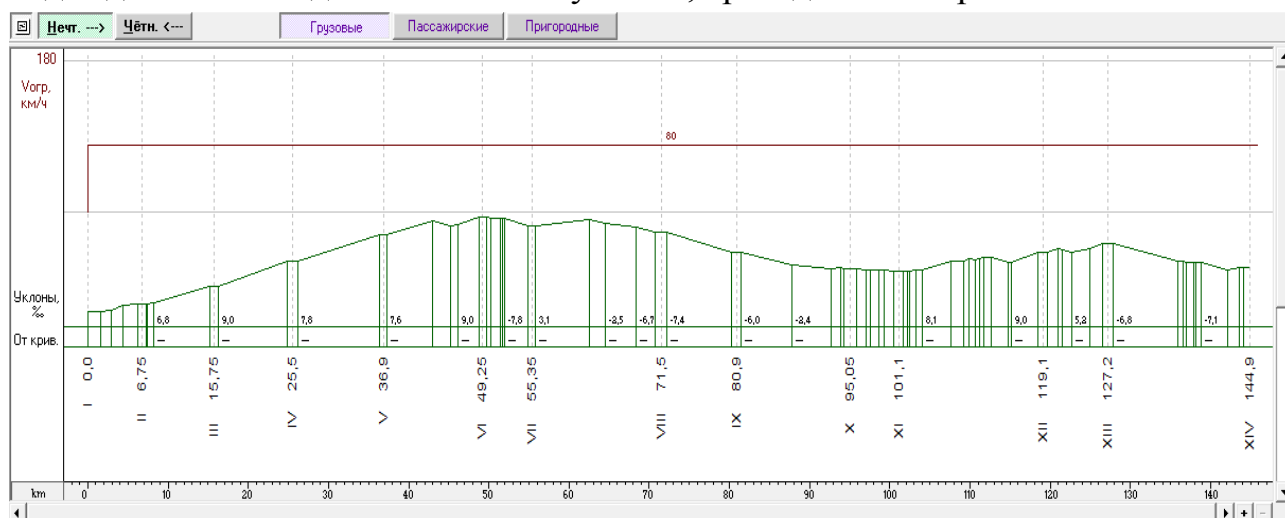


Рисунок 1 – Типовой профиль III

Данный тип профиля является сложным, на нем преобладают затяжные подъемы так и спуски (5 – 9 ‰). Что позволяет использовать данный профиль для проверки тяговых свойств локомотива и дает возможность применения рекуперации в тяговых расчетах.

Для тяговых расчетов были приняты следующие характеристики:

- для грузовых масса состава бралась с шагом 1000 т, с нагрузкой на ось 19 т;
- для пассажирских – 100 т;
- для пригородных – 50 т.

В расчетной модели рассматриваются все возможные варианты остановок для грузового, пассажирского и пригородного видов движений.

Для каждого локомотива выбирается максимальная позиция тяги, напряжение контактной сети взято по умолчанию 3000 В.

Полученные данные по грузовому движению сведены в табл. 1.

По полученным тяговым расчетам были сгенерированы графики движения поездов, для разного количества поездов для грузового, пассажирского и пригородного движения, а также двустороннее движение или одностороннее.

Для каждой тяговой нагрузки может быть создано множество графиков движения, в которых количество поездов принято от 10 до 30, с пакетом в 5 поездов. Всего для 32 тяговых нагрузок создано 256 графиков движения поездов. Пример графика движения представлен для нечетного направления на рис.2.

Пример тяговых расчетов для грузового электровоза 2ЭС4К

Направление	Масса	Расход э/э	Рекуперация	Скорость (тех),км/ч	Время хода, мин	Скорость (участ), км/ч
Нечет	1192	2578,3	273,1	75,6	115	59,95
Чет	1192	1945,3	405,3	76,2	114,1	60,42
Нечет	2192	3361,4	219,1	74,2	117,2	58,82
Чет	2192	2772,7	325	75,3	115,5	59,69
Нечет	3192	5245,1	507,3	73,8	117,8	58,52
Чет	3192	3571,9	875,5	74,3	117	58,92
Нечет	4192	6512,8	975,4	70,9	122,6	56,23
Чет	4192	5876,8	1131,4	71,1	122,3	56,37
	...	...	...	...	...	...
Нечет	6792	11120,6	1582	60,2	144,3	47,78
Чет	6792	8092,3	2332,1	66,9	129,9	53,07

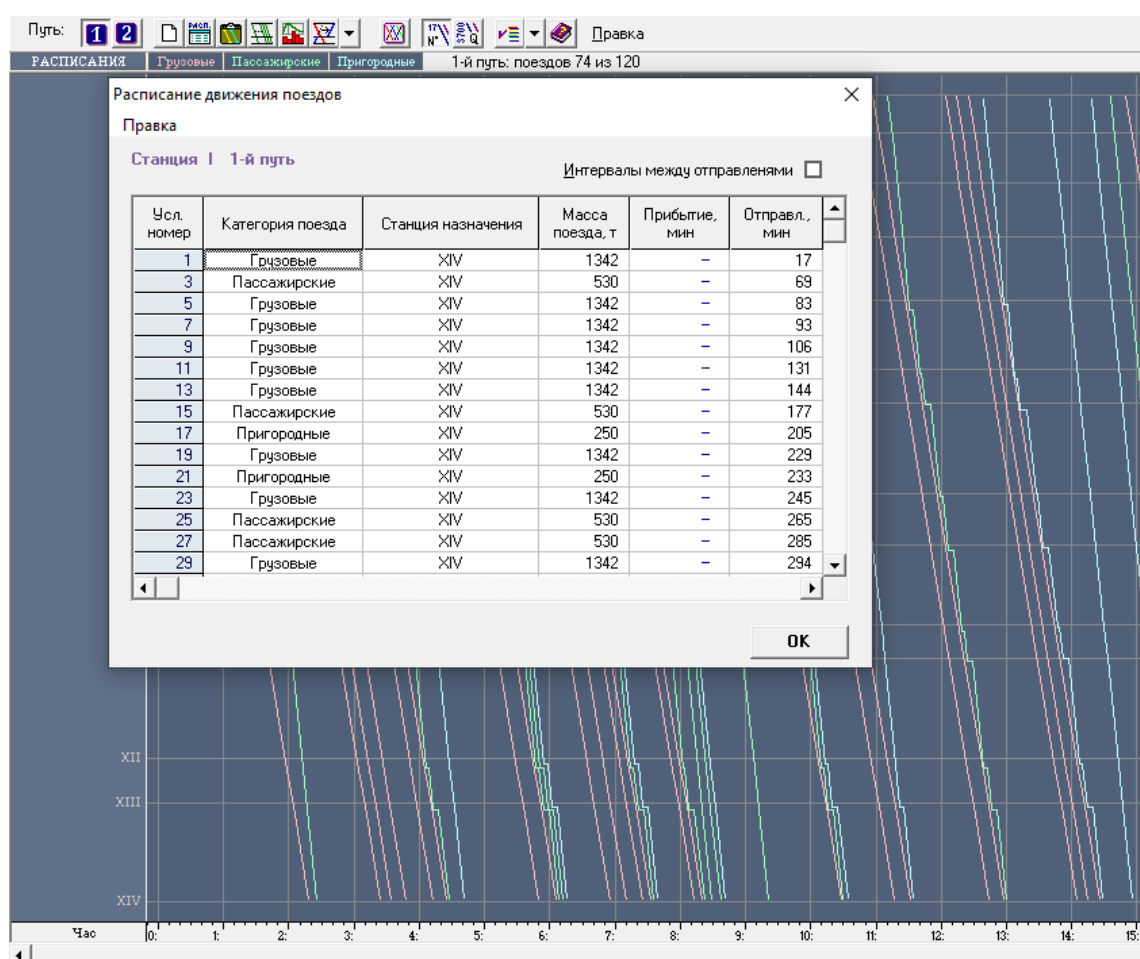


Рисунок 2 – График движения поездов в нечетном направлении для тягового расчета, выполненного без остановок

После выполнения графиков движения поездов производится ряд электрических расчетов для каждого графика. Схема участка представлена на рис. 3.

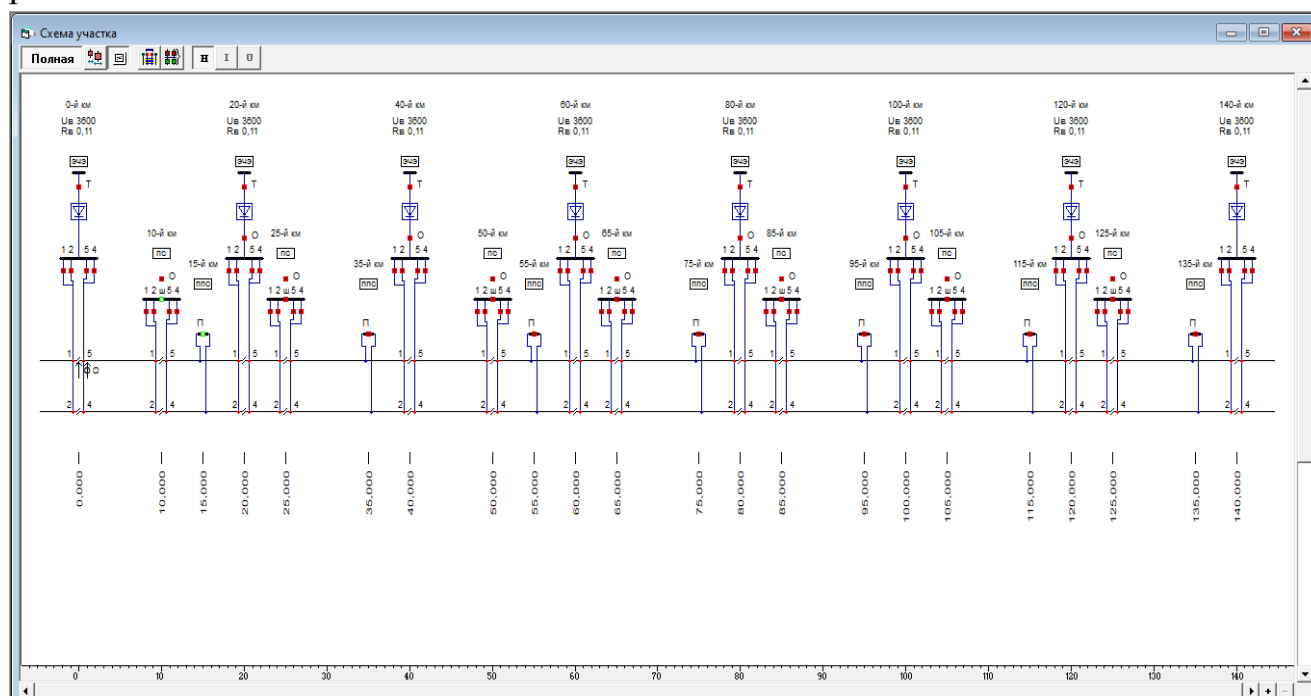


Рисунок 3 – Схема участка

На данном участке тяговые подстанции были установлены через 20 км, между ними установлены два поста секционирования и пункт параллельного соединения на одинаковом расстоянии друг от друга.

Для начала выполнения электрических расчетов следует выбрать значения следующих параметров: базовое удельное сопротивление КС двухпутного участка постоянного тока, тип контактного подвеса, тип тяговой подстанции и схему питания.

После выбора, проводится электрический расчет. В итоговый отчет электрических расчетов входят такие параметры, как трансформаторные потери ХХ и КЗ, расход энергии тяговой подстанции, количество возвращенной энергии, потери в контактной сети, потери нагрузки и потери холостого хода и так далее.

Основной алгоритм реализации расчетной модели для создания интеллектуальной системы оценки энергоэффективности для типового участка будет состоять из следующих пунктов:

- 1 Выбор типового участка;
- 2 Определение диапазона расчетных параметров;

- 3 Создание тяговой нагрузки на основе многовариантных тяговых расчетов по выбранным параметрам;
- 4 Определение диапазона параметров графиков движения поездов;
- 5 Формирование множества ГДП на основе полученных тяговых расчетов;
- 6 Формирование базы устройств СТЭ;
- 7 Определение параметров СТЭ для электрических расчетов;
- 8 Выполнение многовариантных электрических расчетов;
- 9 Заполнение отчетной таблицы;
- 10 Анализ корреляции факторов и значений показателей (выбор значимых);
- 11 Получение эмпирических уравнений регрессии, описывающих процесс расхода электроэнергии.

Список литературы

1. Штраухман, А. А. Подходы к созданию интеллектуальной системы оценки энергоэффективности тяги поездов / А. А. Штраухман, А. С. Вильгельм, В. Т. Черемисин. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019. – 352 с.
2. Черемисин, В. Т. Эффективность использования энергии рекуперации на железных дорогах постоянного и переменного тока [Текст] / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров, А. С. Вильгельм. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2018. – 216с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Штраухман Александр Андреевич
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Подвижной состав
электрических железных дорог» ОмГУПС.
Тел.: + 79048289307.
E-mail: shtraukhman.aa@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shtraukhman Alexander Andreevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, K. Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Graduate student of the department «Rolling
stock of electric railways» OSTU.
Тел.: + 79048289307.
E-mail: shtraukhman.aa@gmail.com

Т. Г. Бунькова, Д. Ю. Яковлев, Е. С. Ворошень

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛИТЫХ И КАТАНЫХ КОЛЕС

В статье проведен анализ технико-эксплуатационных свойств литых и катанных колес, представлены преимущества и недостатки литых и катанных колес.

Ключевые слова: литые колеса, катанные колеса, технико-эксплуатационные свойства, химический состав, механические свойства.

Tamara G. Bunkova, Dmitry Y. Yakovlev, Ekaterina S. Voroshen

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

COMPARISON OF TECHNICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES CAST AND ROLLED WHEELS

The article analyzes the technical and operational properties of cast and rolled wheels, presents the advantages and disadvantages of cast and rolled wheels.

Keywords: cast wheels, rolled wheels, technical and operational properties, chemical composition, mechanical properties.

По химическому составу колесные стали близки, и особых различий эксплуатационных свойств не имеют, тем не менее, главным их отличием является способ их производства.

Различают два основных способа изготовления колес:

- литье жидкой стали в формы для получения готового изделия;
- обработка давлением при кузнечно-прокатном переделе литой заготовки в готовое изделие.

Литые колеса на железной дороге для грузовых поездов используются в США, Африке, Китае и Индии. В данных странах большая часть грузового парка вагонов оснащены данного типа колесами, марки «Griffin Wheel», которая является мировым лидером в их производстве. На железной дороге РФ, как правило, литые колеса не используются, и отечественный подвижной грузовой состав оснащен только стальными цельнокатаными колесами,

основными производителями которых в стране являются АО «ВМЗ» и АО «НТМК».

Для выявления различий в физико-механических свойствах и служебных характеристик между литыми и катаными колесами были выполнены комплексные сопоставительные исследования качества и свойств литых колес на соответствие требованиям нормативному документу РФ ГОСТ 10791 «Колеса цельнокатаные» [1].

Две технологии, которые используют при производстве колес – это принципиально отличные способы изготовления металлопродукции, придающие изделиям разный уровень потребительских характеристик. По плотности металла и его механическим свойствам изделия, изготовленные обработкой давлением, заметно превосходят продукцию литья.

При изготовлении колес используют технологии последнего поколения, которые включают в себя термическую обработку для устранения литой микроструктуры металла с целью придания ободу и диску высоких служебных свойств, однако наследственные особенности формирования структуры металла и служебных характеристик изделия, обусловленные способом производства, будут сохраняться и придавать своей продукции неустранимые «природные» свойства присущие только данному технологическому процессу.

Для исследования используем литое железнодорожное колесо компании «Griffin Wheel», изготовленное по американскому стандарту AAR M-107/M-208 из стали класса «С» [2]. Химический состав этого колеса определяется с помощью спектрального анализа. Однородность химического состава исследовали на образцах, вырезанных с обода, диска и ступицы. Результаты химического анализа приведены в табл. 1. В ней также имеются стандарты США и РФ к хим. составу металла колес класса «С» и колесных марок сталей «2» и «Т» [3].

По окончании исследования выяснилось, что литое колесо по химическому составу металла класса «С» полностью соответствует требованиям национального стандарта США AAR M-107/M-208. Зафиксирована неравномерность химических элементов металла, по диаметру колеса незначительна. Ликвация элементов в металле колеса не более 0,04% по углероду; марганцу 0,005%; фосфору и 0,006% сере. Изготовление литых колес с подобными показателями по ликвации химических элементов свидетельствует о достаточно высоких технических и технологическому уровнях их производства [1], [2], [5].

Таблица 1

Химический состав металла исследуемого литого колеса

№ п/п	Место отбора проб	Массовая доля элементов %									
		C	p	i	V		P	r	i	u	l
	Обод: 15 мм от поверхность и катания	0,73	0,80	0,46	<0,005	0,028	0,020	0,10	0,046	0,099	<0,005
	Обод: 54 мм от поверхность и катания	0,71	0,8	0,5	<0,005	0,027	0,016	0,105	0,047	0,098	<0,005
	Диск	0,74	0,79	0,45	<0,005	0,028	0,019	0,10	0,046	0,098	<0,005
	Ступица	0,75	0,82	0,46	<0,005	0,033	0,021	0,098	0,045	0,099	<0,005
	Требования американского стандарта AAR M-107/M-208, класс C	0,67-0,77	0,60-0,90	0,15-1	≤0,040	0,005-0,040	≤0,030	≤0,25	0,25	≤0,35	≤0,060
	Требования ГОСТ 10971 марка стали «2»	0,55-0,65	0,50-0,90	0,22-0,45	≤0,10	≤0,025	≤0,030	≤0,30	0,30	≤0,30	-
	Требования ГОСТ 10971, марка стали «Т»	0,62-0,70	0,50-1	0,22-0,65	≤0,15	0,005-0,025	≤0,030	≤0,40	0,30	≤0,30	-

Химический состав металла литья и катаного колеса уместно рассматривать как вполне близкие изделия. Нормативные документы США и РФ по наличию легирующих элементов в металле колес практически идентичны.

Основное их различие – в количественном содержании самих химических элементов в составе металла литых и катаных колес. Хотя и это крайне незначительное различие, оно отражает национальные особенности условий эксплуатации железнодорожного транспорта двух стран, которые необходимо учитывать для безопасной и надёжной организации тяжеловесного движения.

Однако более низкие нормы ГОСТ 10971 по содержанию углерода в структуре металла, кремния и серы и повышенное наличие ванадия, хрома и никеля по сравнению с нормативным документом США направлены для придания отечественному колесу более высоких пластичных свойств. Различия в содержании примесей и легирующих элементов в национальных стандартах позволяют на этапе сталеплавильного производства обеспечить более высокие потребительские свойства при выплавке колесной стали в соответствии с ГОСТ 10971 по следующим объективным причинам:

– ограничения по содержанию кремния и серы в стали колеса по сравнению с иностранным стандартом направлены на повышение качества и чистоты металла по силикатным и сульфидным включениям;

– при меньшем содержании в металле кремния и серы в нем будет меньше и неметаллических включений. К тому же кремний при содержании более 0,2% в углеродистой стали негативно влияет на пластические свойства металла.

Различие в химической структуре металла при изготовлении колес по Российским и Американским стандартам незначительна. При использовании литейной технологии для изготовления колес с этими стандартами было малозаметным. Главное преимущество отечественных колес по сравнению с иностранными заключается в кузнечно-прокатной переделке литой заготовки в готовое изделие.

Исследования твердости металла колеса осуществляются на поперечных темплетах, в точках, соответствующих требованиям ГОСТ 10791. Результаты эксперимента представлены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Твёрдость обода литого колеса

№ п/п	Место, точка замера твердости обода	Твердость обода литого колеса, НВ		Твердость обода по ГОСТ 10791, НВ	
		Темплет 1	Темплет 2	Сталь марки «2»	Сталь марки «Т»
1	Сечение обода на глубине 30 мм от поверхности катания:				
	Точка 1	316	277	Не менее 255	Не менее 320
	Точка 2	311	307		
	Точка 3	281	241		
	Среднее значение	303	275		
2	Сечение обода, точка «А»	257	241	Не более 15	Не более 30
	Снижение твердости обода в точке «А» относительно среднего значения твердости на глубине 30мм.	46	34		
3	Разница значений твердости обода на глубине 30мм по периметру колеса (факультативные)	75		Не более 20	Не более 20

Твердость обода колеса, это тот показатель, который отображает работоспособность изделия, его эксплуатационные свойства. Результаты эксперимента уже даже в процессе лабораторных исследований показывают более высокие служебные свойства катаных колес по сравнению с литыми.

Твердость металла обода литого колеса на глубине 30 мм от поверхности катания находится в пределах 275-303 НВ. По этим показателям, литые колеса соответствуют требованиям ГОСТ 10791 к катаному колесу из стали марки «2», но не соответствует требованиям нормативной документации, предъявленным к свойствам металла катаного колеса из стали «Т» из-за пониженных значений твердости обода на глубине 30 мм от поверхности катания.

Литое колесо уступает катаному по твердости металла, в местах перехода обода в диск (точка А). Уменьшение твердости в точке «А» относительно среднего значения на глубине 30 мм составляет 34 – 46 НВ, что превышает требования нормативного документа ГОСТ 10791 к металлу катаных колес из марок «2» и «Т». Неудовлетворительные прочностные и качественные характеристики литого колеса были выявлены по показателям равномерности распределения твердости обода на глубине 30 мм от поверхности катания. Разница значений твердости на данной глубине показала значение в 75 НВ при максимальном допустимом 20 НВ.

Таблица 3

Твёрдость ступицы литого колеса марки «Т»

№ п/п	Место, точка замера твердости ступицы	Твердость ступицы литого колеса, НВ		Твердость ступицы во ГОСТ 10791 НВ не более (сталь марки «Т»)
		Темплет 1	Темплет 2	
1	Сечение ступицы на расстоянии 10 мм от поверхности ее отверстия:			
	Точка 1	225	219	290
	Точка 2	248	249	
	Точка 3	223	223	
	Среднее значение	232	230	
2	Разница средних значений твердости ступицы на расстоянии 10 мм от поверхности ее отверстия по периметру	2		25

Выполнены исследования твердости ступицы литого колеса (табл. 3). Определение по ГОСТ 10791 твердости ступицы, разницы значений твёрдости по периметру и длине ступицы предусмотрены только для колёс марок «Т». Твёрдость ступицы определили на поперечных темплетях, учитывая ГОСТ 10791, путём замера трёх значений твёрдости и вычисления среднего показателя.

Было проведено исследование механических свойств металла литых

колёс на соответствие требованиям ГОСТ 10791. Для сопоставления результатов исследования механических свойств металла колес, определяемым по разным нормативным документам, отбор проб от литого колеса для изготовления образцов проводится согласно нормативному документу ГОСТ 10791 и стандарта AAR M-107/M-208. Итоги лабораторных исследований механических свойств литого колеса приведены в табл. 4, в ней также показаны требования нормативных документов по механическим свойствам колес (ГОСТ 10791) и стандарту AAR M-107/ M-208 [5].

Таблица 4

Механические свойства металла литого колеса

Тип колеса, марка класс стали, места вырезки (отбор) проб для изготовления образцов	Контролируемый элемент колеса	Механические свойства			
		σв, Н/мм 2	σ0,2, Н/мм 2	δ,%	ψ,%
Литое колесо, класс «С», отбор проб по ГОСТ 10791	Обод	1229	789	12	18
	Диск	976	521	13	17
Требования ГОСТ 10791, катаное колесо, не менее					
Сталь марки «2»	Обод	910-1110	814	8	14
Сталь марки «Т»		≥1020	916	9	16
Литое колесо, класс «С», отбор проб по стандарту AAR М-107/М-208		1123	708	12,5	18
Требование стандарта AAR М-107/М-208, литое колесо, не менее					
Класс «С»	Обод	1099	770	14	15

По результатам исследования механических свойств металл обода литого колеса удовлетворяет требованиям нормативного документа ГОСТ 10791 к катаным колёсам из стали марок «2» и «Т» по показателям прочности и пластичности. Предел текучести литого колеса ниже значений металла катаных колёс из сталей марок «2» и «Т».

Механические свойства металла обода литого колеса, при отборе проб для образцов на растяжение в соответствии с требованиями стандарта AAR M-107/M-208, соответствовали норме данного стандарта лишь по относительному поперечному сужению. По временному сопротивлению, пределу текучести и относительному удлинению показатели были существенно ниже требуемого нормативного уровня [5].

Металлографический анализ макроструктуры металла выявил наличие в

центральной зоне обода повышенное скопление пор, которое негативно повлияло на механические свойства металла этой зоны. Минимальный уровень пластических свойств обнаружен в центральной зоне ступицы, главным образом, благодаря скоплению пор, что напрямую связано с изготовлением литых колес [4].

Выполнены стандартные исследования и углубленные дополнительные исследования механических свойств литого колеса, изготовленного по нормативным документам. Согласно исследованиям были выявлены несоответствия по ряду показателей, характеризующих прочностные и пластинчатые свойства металла, требованиям ГОСТ 10791 «Колёса цельнокатаные». Особо также следует отметить, что выполненные стандартные исследования литого колеса выявили его соответствие по ряду показателей и требованиям Российского стандарта. По химическому составу литые и катаные колеса практически не отличаются, лишь количественным содержанием самих химических элементов в составе металла литых и катаных колес. По износостойкости литые колеса уступают катаным колёсам из сталей марок «2» и «Т» соответственно более чем в 1,3 и 1,5 раза. По твёрдости обода литые колёса удовлетворяют требованиям ГОСТ 10791 к сталям, марки «2», но имеют ниже значения сталей марки «Т». По значениям средней твёрдости в сечении ступицы литые колёса удовлетворяют ГОСТ 10791, при требованиях нормативного документа не более 290 НВ [5].

Список литературы

1. ГОСТ 10791-2011. Колёса цельнокатаные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011. – 32 с.
2. Стандарт ААР М-107/М-208. Колёса из углеродистой стали, 2011. – 40 с.
3. ГОСТ Р. Колеса литые колесных пар железнодорожных грузовых вагонов. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 33 с.
4. Тихонов, Л. В. Структура и свойства металлов и сплавов: справочник / Л. В. Тихонов [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1986. – 568 с.
5. Гетманова, М. Е. Особенности химического состава и свойств стали литых и цельнокатаных железнодорожных колес / М. Е. Гетманова, Д. С. Илюхин, А. Н. Никулин, Г. А. Филиппов // Сталь. – 2017. – № 1. – С. 59 – 66.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бунькова Тамара Геннадьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Инженер кафедры «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ОмГУПС.
Тел.: 8-908-329-80-21.
E-mail: BunkovaTG@omgups.ru

Яковлев Дмитрий Юрьевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Студент группы 16д ОмГУПС.
Тел.: 8-913-645-25-15.
E-mail: dimon1998@mail.ru

Ворошень Екатерина Сергеевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Студент группы 16д ОмГУПС.
Тел.: 8-913-644-55-15.
E-mail: voroshen03@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE ATHORS

Bunkova Tamara Gennadievna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Engineer of the department of «Technologies of transport mechanical engineering and repair of the rolling stock» OSTU.
Phone: 8-908-329-80-21.
E-mail: BunkovaTG@omgups.ru

Yakovlev Dmitry Yuryevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Student group 16d OSTU.
Phone: 8-913-645-25-15.
E-mail: dimon1998@mail.ru

Voroshen Ekaterina Sergeevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Student group 16d OSTU.
Phone: 8-913-644-55-15.
E-mail: voroshen03@mail.ru

УДК 342.9

И. Ю. Гольяпина, В. К. Фоменко, А. О. Рогозная

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОРЯДКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ КУЛЬТУРНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ЧЕРЕЗ ТАМОЖЕННУЮ ГРАНИЦУ ЕАЭС

В статье рассмотрены вопросы, связанные с порядком проведения экспертизы культурных ценностей, перемещаемых через таможенную границу ЕАЭС. Проведен анализ изменений нормативно - правовой базы в области осуществления экспертизы культурных ценностей. Изучена процедура получения разрешительных документов на вывоз культурных ценностей. Отмечены организационные проблемы при осуществлении экспертизы

культурных ценностей. Аргументирована необходимость создания специализированного экспертного центра по проведению экспертизы культурных ценностей.

Ключевые слова: таможенные органы, экспертиза культурных ценностей.

Irina Y. Goltzapina, Valentin K. Fomenko, Anastasiia O. Rogoznaia

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

REGULATORY REGULATION OF THE ORDER OF EXAMINATION WHEN MOVING CULTURAL VALUES THROUGH THE EAEU CUSTOMS BORDER

The article deals with issues related to the procedure for the examination of cultural values moved across the customs border of the EAEU. The analysis of changes in the legal framework in the field of examination of cultural values. The procedure for obtaining permits for the export of cultural property was studied. Organizational problems in the implementation of the examination of cultural values are noted. The necessity of creating a specialized expert center for the examination of cultural values is argued.

Keywords: customs authorities, examination of cultural values.

Приоритетной задачей любого государства в области культуры и искусства является сохранность культурных ценностей. На территории Российской Федерации, важнейшая роль в регулировании перемещения культурного наследия отведена таможенным органам, которые обеспечивают соблюдение законодательства.

Правовое регулирование отношений, связанных с защитой культурного наследия России, вывозом и ввозом культурных ценностей, осуществляется как на уровне Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС), так и на государственном уровне.

На уровне ЕАЭС в отношении порядка перемещения культурных ценностей через таможенную границу в первую очередь следует уделить внимание мерам нетарифного регулирования, закрепленным в Решении Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21 апреля 2015 г. № 30 «О мерах нетарифного регулирования». Данный документ применяется на территории каждого государства – члена ЕАЭС.

На территории России культурное наследие многонационального народа Российской Федерации охраняется Законом РФ «О вывозе и ввозе культурных ценностей» и иными подзаконными актами. Указанный закон направлен на развитие международного культурного сотрудничества, взаимное ознакомление

многонационального народа Российской Федерации и народов других государств с культурными ценностями друг друга, предотвращение незаконных вывоза и ввоза культурных ценностей, содействие возвращению незаконно вывезенных и незаконно ввезенных культурных ценностей.

Тема работы является актуальной в связи с тем, что ежегодно за пределы территории Евразийского экономического союза вывозится огромное количество культурных ценностей: произведения культуры и искусства, посуда, предметы быта, различные измерительные приборы, представляющие историческую ценность, антиквариат, старинное оружие и иные виды, представляющие культурную, историческую или художественную значимость [1, с. 59-62]. За последнее время чаще всего объектами правонарушений являлись иконы, кресты, складни, а также различная церковная утварь. Странами, из которых, либо в которые чаще всего происходит незаконное перемещение культурных ценностей по данным Федеральной таможенной службы являются Германия, Франция, а с 2016 года и Грузия. Согласно законодательству Российской Федерации, культурные ценности, незаконно ввезенные и незаконно вывезенные, подлежат задержанию в соответствии с законодательством Российской Федерации и могут быть переданы в уполномоченный орган для обеспечения проведения экспертизы культурных ценностей.

В связи с вышеизложенным, все чаще при перевозке культурных ценностей могут возникнуть ситуации, когда без проведения экспертизы не обойтись. В Уголовном кодексе РФ указаны преступления, в рамках которых может потребоваться проведение такой экспертизы, например, по ст. 146 «Нарушение авторских и смежных прав», ст. 164 «Хищение предметов или документов, имеющих особую историческую, научную, художественную или культурную ценность», ст. 190 «Невозвращение на территорию Российской Федерации культурных ценностей» и другие. В рамках Кодекса РФ об административных правонарушениях по статье 7.12 предусмотрена ответственность за нарушение смежных и авторских прав, патентных и изобретательских прав при провозе контрафактных, поддельных культурных ценностей.

Согласно отчетным данным Федеральной таможенной службы в период с января по сентябрь 2019 года таможенными органами было возбуждено 517 уголовных дел по ст. 226.1 Уголовного кодекса Российской Федерации, предусматривающей уголовную ответственность за разные альтернативные деяния, и в том числе за контрабанду культурных ценностей [2].

На сегодняшний день на территории Российской Федерации отсутствует официальная статистика о числе ввозимых и вывозимых предметов искусства, так как около 80% предметов культурного наследия ввозится и вывозится нелегально. По экспертным оценкам количество ввозимых и вывозимых предметов искусства насчитывает от 1,5 до 1,8 млн шт [3].

При этом, на протяжении последних лет, были внесены существенные изменения в Закон РФ «О вывозе и ввозе культурных ценностей», что говорит о жестком контроле со стороны государства за порядком перемещения культурных ценностей. В Российской Федерации развивается система мер, направленных на сохранение, защиту и охрану культурных ценностей; сочетающая различные правовые, административные и организационные основы.

Согласно п. 2 ст. 35.2 Закона РФ «О вывозе и ввозе культурных ценностей» вывоз культурных ценностей, в отношении которых правом Евразийского экономического союза установлен разрешительный порядок вывоза, осуществляется физическими лицами для личного пользования на основании заключения (разрешительного документа) на вывоз культурных ценностей, а физическими лицами, зарегистрированными в качестве индивидуальных предпринимателей, и юридическими лицами - на основании лицензии на вывоз культурных ценностей. При этом заключения и лицензии на вывоз оформляются в каждом конкретном случае при вывозе культурных ценностей.

Для получения такого заключения, либо лицензии требуется экспертное заключение оформленное в установленном Законом порядке, содержащее вывод об отнесении исследуемых движимых предметов к культурным ценностям, в отношении которых правом Евразийского экономического союза установлен разрешительный порядок вывоза [4].

Применительно к ввозимым культурным ценностям необходимо учесть, что с 29.01.2018 подтверждение отнесения или неотнесения ввозимых физическими и юридическими лицами предметов к культурным ценностям осуществляется экспертами при проведении экспертизы. Экспертиза ввозимых предметов не носит обязательного характера и проводится по желанию физического или юридического лица, осуществляющего их ввоз. Также с 29.01.2018 в соответствии со статьей 26.2 Закона, предъявление таможенным органам экспертного заключения или иного подтверждения отнесения временно ввозимых предметов к культурным ценностям не требуется [4].

Порядок проведения экспертизы культурных ценностей, в том числе

критерии отнесения предметов к культурным ценностям, и порядок направления экспертом экспертного заключения в таможенные или иные уполномоченные органы, утверждаются Правительством Российской Федерации [5].

Экспертиза культурных ценностей проводится на договорной основе экспертами по культурным ценностям. При этом Минкультуры России ведет реестр экспертов по культурным ценностям [6].

Экспертиза культурных ценностей может проводиться по заявлению физического или юридического лица, а также по обращению уполномоченного органа, таможенного или иного правоохранительного органа.

- Чаще всего экспертиза культурных ценностей проводится в следующих целях:

- отнесение или неотнесение исследуемых движимых предметов к культурным ценностям;

- отнесение или неотнесение исследуемых культурных ценностей к культурным ценностям, имеющим особое значение;

- определение подлинности и состояния сохранности культурных ценностей, возвращенных в Российскую Федерацию после временного вывоза;

- отнесение или неотнесение исследуемых движимых предметов к культурным ценностям, в отношении которых правом Евразийского экономического союза установлен разрешительный порядок вывоза.

Для проведения экспертизы приглашаются эксперты, обладающие определёнными знаниями в области искусства. Особенностью данного вида экспертизы является то, что профессиональных судебных экспертов-искусствоведов достаточно мало. Это связано с тем, что для проведения такого рода экспертизы требуются знания, охватывающие широкий спектр направлений. Глубокие знания в истории искусства априори подразумевают узкую специализацию.

В настоящее время экспертизы проводятся в музеях и библиотеках, деятельность которых не связана с экспертной деятельностью.

Вопросы, которые ставятся перед экспертом, очень сильно различаются в зависимости от исследуемого объекта. Например, специалисту по историческому оружию ставятся такие вопросы, как представляет ли представленный объект культурную, либо историческую ценность; является ли оружие боевым.

Огромное количество экспертиз являются комплексными, что следует из интегративного характера стоящих перед экспертом задач. Часто эксперту приходится исследовать материалы художественного изделия, подпись или клеймо автора, манеру (стиль) письма. В экспертизе могут принимать участие разного рода эксперты, например, эксперты-трасологи, , эксперты-почерковеды и портретной экспертизы, а также другие виды судебной экспертизы. Кроме того, в порядке экспертоучастия практически в каждом исследовании требуется привлечение экспертов инструментальных методов исследования. Ведь не каждый, даже самый крупный музей и не каждая библиотека могут позволить себе приобретение дорогостоящих аналитических оборудования для проведения физических и химических измерений, не говоря уже о дефиците качественных, высокотехнологичных электронных микроскопов.

Исходя из этого, вытекает потребность в создании специализированного экспертного центра по проведению такого рода экспертизы, где могли бы работать эксперты универсалы, имеющие опыт работы в проведении разного рода экспертиз. Также в таких центрах должна проводиться подготовка, переподготовка и повышение квалификации экспертов в данной отрасли.

Так или иначе, общее количество проводимых в России и за рубежом как судебных, так и несудебных экспертиз предметов культуры и произведений искусства свидетельствует о настоятельной потребности в развитии инфраструктуры экспертной деятельности в области культуры и искусства.

Список литературы

1. Москвина, Т. П. Судебная историко-искусствоведческая экспертиза / Т. П. Москвина, А. А. Смирнов, Ш. Н. Хазиев // Бюллетень Министерства юстиции Российской Федерации. – М.: Спарк, 2004. – № 9.
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы. Показатели правоохранительной деятельности таможенных органов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://customs.ru/activity/pravooxranitelnaya-deyatelnost-informacziya-upravleniya-tamozhennyx-rassledovaniy-i-doznaniya/document/212905> (дата обращения: 09.01.2020).
3. Официальный сайт электронного средства массовой информации «РБК». М. Макутина «В Думе предложили свободно вывозить культурные ценности младше 50 лет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/politics/07/07/2017/595a5be89a7947069cc85a91> (дата обращения: 09.01.2020).
4. О вывозе и ввозе культурных ценностей: Закон РФ от 15 апреля 1993 г. № 4804-1 // «Ведомости СНД и ВС РФ», 20.05.1993. – № 20. – ст. 718.

5. Об утверждении формы экспертного заключения, составленного экспертом по культурным ценностям по результатам проведения экспертизы культурных ценностей: Приказ Минкультуры России от 01.03.2018 № 205 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>.

6. Об утверждении порядка ведения реестра экспертов по культурным ценностям и состава информации, содержащейся в реестре экспертов по культурным ценностям: Приказ Минкультуры России от 26.06.2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>, 15.08.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гольцяпина Ирина Юрьевна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат юридических наук, заведующий
кафедрой «Таможенное дело и право» ОмГУПС.
Тел.: 8-983-563-11-42.
E-mail: goltyapinaiu@mail.ru

Фоменко Валентин Константинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Таможенное дело и право» ОмГУПС.
Тел.: 8-953-391-74-45.
E-mail: fomenkovk@mail.ru

Рогозная Анастасия Олеговна

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Студентка 4 курса, специальности
«Таможенное дело» ОмГУПС.
Тел.: 8-913-637-97-89.
E-mail: nastya.rogoznaya@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Goltyapina Irina Yrevna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marksa pr., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph.D. in jurisprudence, Associate Professor,
Customs affairs and right OSTU.
Phone: 8-983-563-11-42.
E-mail: goltyapinaiu@mail.ru

Fomenko Valentin Konstantinovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marksa pr., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph.D. in Technical Sciences.
Docent at the Department of
«Customs and law» OSTU.
Phone: 8-953-391-74-45.
E-mail: fomenkovk@mail.ru

Rogoznaiia Anastasiia Olegovna

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marksa pr., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
4th year student, specialties of
«Customs and law» OSTU.
Phone: 8-913-637-97-89.
E-mail: nastya.rogoznaya@yandex.ru

А. Л. Каштанов, М. М. Никифоров, Ю. В. Плотников

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье приведено описание системы резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока. Целью внедрения данной системы является повышение эффективности и надежности работы системы тягового электроснабжения. Дана предварительная оценка эффективности внедрения системы на шести тяговых подстанциях Омской дистанции электроснабжения.

Ключевые слова: тяговая подстанция, преобразовательный агрегат, энергоэффективность, автоматизация.

Aleksey L. Kashtanov, Mikhail M. Nikiforov, Yuri V. Plotnikov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

INTELLIGENT POWER RESERVING SYSTEM FOR DC TRACTION SUBSTATIONS

In this article submitted description of the power backup system for DC traction substations. The purpose of introducing this system is to increase the efficiency and reliability of the traction power supply system. A preliminary assessment of the effectiveness of the introduction of the system at six traction substations of the Omsk power supply distance is given.

Keywords: traction substation, conversion unit, energy efficiency, automation.

Работа участков постоянного тока сопряжена с эксплуатацией преобразовательных агрегатов на тяговых подстанциях, каждый из которых состоит из тягового трансформатора и выпрямителя. В последние годы на железнодорожном транспорте наблюдается повышение весовых норм поездов [1], что в свою очередь приводит к увеличению тяговых нагрузок и, как следствие, к необходимости подключения резервного преобразовательного агрегата. При этом параллельный режим работы трансформаторов не зависит от наличия или отсутствия тяговой нагрузки. Надежность системы тягового электроснабжения обеспечивается за счет одновременной работы двух выпрямительных агрегатов, что приводит к дополнительным технологическим потерям электрической энергии

(потери оцениваются в пределах 3 % от объема переработки электроэнергии). В периоды минимальной тяговой нагрузки потери электроэнергии в двух работающих преобразователях являются нерациональными.

Реализовать оптимальные режимы работы резервных выпрямительных агрегатов обеспечивающих снижение технологических потерь электроэнергии позволяет внедрение на тяговых подстанциях интеллектуальных систем автоматического резервирования мощности (далее – Система).

Система предназначена для автоматического управления режимами работы преобразовательных трансформаторов с точки зрения обеспечения оптимального уровня технических потерь электрической энергии в преобразовательных агрегатах тяговых подстанций и обеспечения пропускной способности. В Системе реализована функция автоматического управления приводами выключателей первичных обмоток преобразовательных трансформаторов тяговой подстанции на основании анализа значений токов трансформаторов тока первичных обмоток преобразовательных трансформаторов в соответствии с интеллектуальным алгоритмом и задаваемыми параметрами.

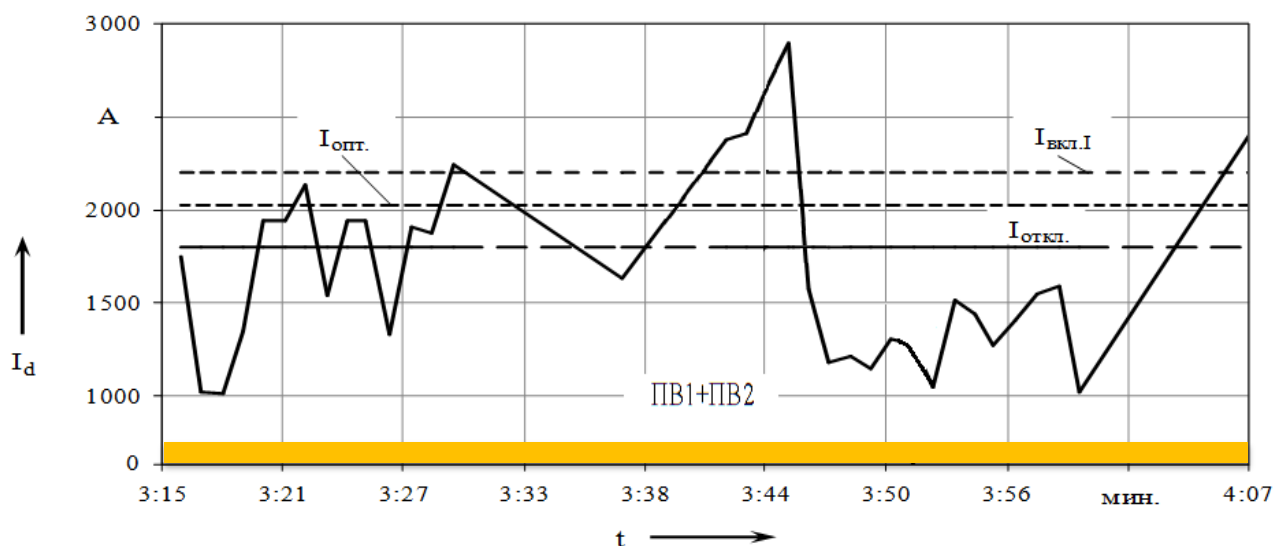
Система разработана в соответствии с СТО РЖД 07.021.2 2015 г. [2] «Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Методика выбора алгоритмов действия, уставок блокировок и выдержек времени автоматики в системе тягового электроснабжения».

Принцип работы Системы представлен на рис. 1. При повышении токовой нагрузки в тяговой сети и достижении ею предельного значения, Система с заданной выдержкой времени осуществляет подачу сигнала на включение второго выпрямительного агрегата (точка 1 на рис. 1).

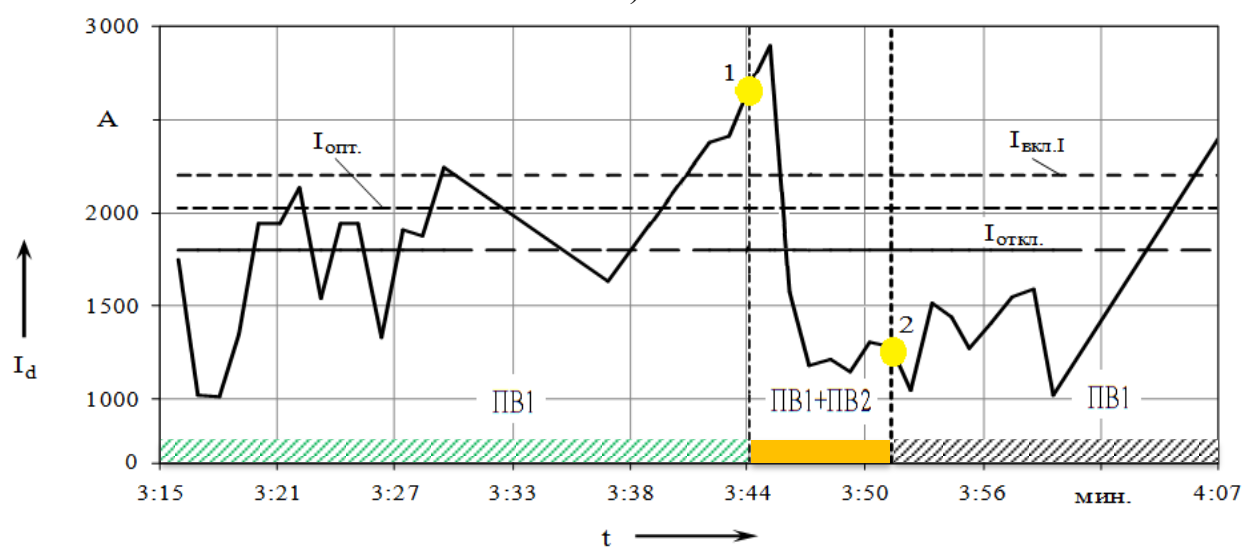
Надежность электроснабжения при включении резервного преобразователя возрастает, но при этом возрастают и потери электроэнергии. При снижении токовой нагрузки, Система с определенной временной выдержкой отключает один из выпрямительных агрегатов (точка 2 на рис. 1), за счет чего снижаются технологические потери электрической энергии.

Общий вид Системы приведен на рис. 2.

В настоящее время аналоги Системы серийно не выпускаются. Находящиеся в работе релейно-контактные системы автоматического включения/отключения резервного трансформатора введены в эксплуатацию двадцать и более лет назад, построены на устаревшей элементной базе, а их алгоритмы управления не соответствуют требованиям действующих нормативных документов.



а)



б)

Рисунок 1 – Принцип работы Системы:

- а – режим работы преобразовательных агрегатов до внедрения Системы;
- б – режим работы преобразовательных агрегатов после внедрения Системы

Инновационность Системы по сравнению с существующими аналогами заключается в обеспечении автоматического расчета и выбора оптимальной выдержки времени включения/отключения за счет анализа графика тяговой нагрузки и отстройки от кратковременных колебаний нагрузки, когда подключение второго преобразовательного агрегата не требуется.

Следует отметить, что перевод преобразовательных агрегатов в переключаемый режим сопровождается бросками тока тягового трансформатора, вызывающими провалы питающего напряжения как в сети 10 кВ, так и 0,4 кВ [3]. Провалы напряжения могут приводить к серьезным

сбоям в работе устройств нетяговых потребителей, в частности, аппаратуры СЦБ, связи, затрудняют настройку и работу релейной защиты, снижают ресурс оборудования, и как следствие, безопасность движения поездов.



Рисунок 2 – Общий вид Системы

Система оснащена устройством, обеспечивающим минимизацию бросков тока в моменты подключения преобразовательных агрегатов до значений, не превышающих двукратный номинальный ток преобразовательного трансформатора [4]. Это достигается за счет того, что замыкание контактов выключателя при очередном включении происходит в такой же момент синусоиды относительно перехода опорного напряжения через ноль с возрастанием, какой был при размыкании контактов при предшествующем отключении.

В 2019 году в рамках инвестиционного проекта «Внедрение ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте» реализован пилотный проект по внедрению шести Систем на тяговых подстанциях Омской дистанции электроснабжения Западно-Сибирской дирекции по энергообеспечению – структурного подразделения Трансэнерго – филиала ОАО «РЖД» (рис. 3).

Основным показателем эффективности применения системы является снижение потерь электрической энергии в преобразовательных агрегатах.

До реализации проекта на всех рассматриваемых тяговых подстанциях применялся параллельный режим работы преобразовательных трансформаторов. Результаты анализа суточных графиков нагрузки и расчета потерь электроэнергии в преобразовательных агрегатах тяговых подстанциях для двух вариантов режимов работы показали, что снижение потерь при внедрении Системы составляет 0,13-0,83 % от расхода электроэнергии на тягу поездов в

зависимости от графиков движения поездов. Дисконтированный срок окупаемости внедрения Системы составляет около 2,0 лет.



Рисунок 3 – пилотный проект по внедрению шести Систем на тяговых подстанциях

Заключение. Система устанавливается на тяговых подстанциях постоянного тока с неравномерной во времени тяговой нагрузкой, где с целью обеспечения пропускной способности (например, при пропуске поездов повышенной массы) необходимо применять параллельный режим двух преобразовательных агрегатов. Так на Западно-Сибирской железной дороге эксплуатируется 177 тяговых подстанций постоянного тока, из них 154 с параллельным режимом работы преобразовательных агрегатов. Система постоянного тока обеспечивает питание наиболее напряженных участков грузового и пассажирского движения дороги, таких как Называевская – Омск – Новосибирск, Инская – Мариинск, Артышта – Междуреченск.

Учитывая инвестиционную привлекательность Системы, в условиях подтверждения прогнозируемого экономического эффекта при опытной эксплуатации в пределах 0,5 % от объема переработки электроэнергии дальнейшее ее внедрение системы на полигоне железной дороги позволит получить экономический эффект в объеме около 5 млн кВтч в год.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 14 декабря 2016 г. № 2537р. 76 с.

2. СТО РЖД 07.021.2 2015 г. Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Методика выбора алгоритмов действия, уставок блокировок и выдержек времени автоматики в системе тягового электроснабжения.

3. Карабанов, М. А. Снижение влияния коммутации преобразовательных агрегатов на электропитание нетяговых потребителей электрических железных дорог [Текст]: диссертация ... канд. техн. наук: 05.22.07 / Карабанов Максим Александрович. – Омск, 2011. – 175 с.

4. Пат. 108233 Российская Федерация, МКП H02H9/02 (2006.01). Устройство для снижения бросков тока при включении трансформатора / В. А. Кващук, Н. М. Лапенко, М. А. Карабанов. № 2011108012/07; заявл. 02.03.2011; опубл. 10.09.2011.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каштанов Алексей Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.
Кандидат технических наук, начальник научно-производственной лаборатории «Энергосбережение и энергоэффективность на ж.д. транспорте», доцент кафедры «Теоретическая электротехника» ОмГУПС.
E-mail: kesh-al@rambler.ru

Никифоров Михаил Михайлович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.
кандидат технических наук, заместитель директора научно-исследовательского института энергосбережения на железнодорожном транспорте (ОмГУПС),
E-mail: nikiforovmm@rambler.ru

Плотников Юрий Викторович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046, Российская Федерация.
Инженер научно-исследовательской части ОмГУПС.
E-mail: ra9mjr@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kashtanov Alexey Leonidovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, the Russian Federation.
Cand.Tech.Sci., Head of Research and Production Laboratory «Energy saving and energy efficiency on the railway Transport», The Senior Lecturer Of Chair «Theoretical Electrical Engineering» OSTU.
Phone: +7 (3812) 44-39-23.
E-mail: kesh-al@rambler.ru

Nikiforov Mikhail Mikhailovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, the Russian Federation.
Cand.Tech.Sci., deputy director Research Institute for Energy Efficiency in Railway Transport OSTU.
E-mail: nikiforovmm@rambler.ru

Plotnikov Yuri Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk, 644046, the Russian Federation.
Research engineer OSTU.
E-mail: ra9mjr@mail.ru

В. П. Клюка, Е. М. Кирпиченко, С. А. Мосол

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ СТЕНДОВ – НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ КАК СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В статье проведен обзор используемых для обучения студентов специальности «Подвижной состав (Вагоны)» на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство ОмГУПС» электрифицированных обзорных стендов, позволяющих значительно повысить качество учебного процесса вследствие наглядности восприятия расположения и взаимодействия основных объектов вагонного хозяйства инфраструктуры Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», а также дающих возможность качественного изучения принципиально новых тормозных приборов (в частности, кран дистанционного управления тормозами).

Ключевые слова: обучение, вагоны, вагонное хозяйство, объекты инфраструктура, новые тормозные приборы.

Vladislav P. Klyuka, Evgeniy M. Kirpichenko, Sergey A. Mosol

Omsk state University of railway transport (OSTU), Omsk, the Russian Federation

USING OF ELECTRIFIED STANDS-VISUAL AIDS AS A MEANS OF TRANSMITTING INFORMATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS

In article the review is used for training students majoring in "Rolling stock (Cars)" at the Department "Cars and car economy Ostu" electrified the review stands to significantly improve the quality of the educational process due to better visual perception of location and interaction of the basic objects of car facilities infrastructure of the West Siberian railway – branch of JSC "RZD", as well as enabling qualitative study of the fundamentally new brake devices (in particular, remote control crane brakes).

Keywords: training, cars, car facilities, infrastructure facilities, new brake devices.

Одним из важнейших путей повышения эффективности работы транспорта является подготовка всесторонне образованных специалистов. Особенно важной, на наш взгляд, является часть этого процесса, связанная с изучением особенностей будущей профессиональной деятельности студентов вуза на конкретных участках

производства. В частности, будущие специалисты-вагонники, обучаясь еще на первом-втором курсах, при изучении общих понятий о железнодорожном транспорте, подвижном составе, вагоном хозяйстве должны четко себе представлять, какие виды предприятий вагонного хозяйства существуют и какова их структура, как предприятия вагонного хозяйства взаимодействуют с предприятиями смежных отраслей железнодорожного транспорта в обеспечении перевозок, в чем заключаются особенности структуры предприятий вагонного хозяйства по обеспечению исправным подвижным составом под конкретные виды грузов в местах массовой погрузки (в частности на Западно-Сибирской железной дороге – филиале ОАО «РЖД»).

Руководствуясь данными принципами, инициативная группа профессорско-преподавательского состава кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС во главе с заведующим кафедрой в течение нескольких лет с активной помощью студентов выпускных курсов в ходе дипломного проектирования (подготовки выпускных квалификационных работ) изготовила и ввела в работу три электрифицированных стенда:

- «Система вагонного хозяйства на Западно-Сибирской железной дороге – филиале ОАО «Российские железные дороги» (далее «Система вагонного хозяйства...», рис. 1, установлен на стене коридора главного корпуса ОмГУПС по месту расположения основных учебных аудиторий кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»);

- «Пункт технического обслуживания грузовых вагонов внеклассной сортировочной станции Инская» (далее «Пункт технического обслуживания ... станции Инская», рис. 3, установлен в аудитории № 319 «Кабинет дипломного проектирования»);

- «ПТО грузовых вагонов внеклассной сортировочной станции Входная» (далее «Пункт технического обслуживания ... станции Входная», рис. 3, установлен там же).

Вдохновителями идеи, разработчиками конструкции и дизайна данных стендов стали руководители Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», ОмГУПС, службы вагонного хозяйства Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры, ее технического отдела и структурных подразделений (вагонных эксплуатационных депо Инская и Входная):

- заместитель начальника Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры - филиала ОАО «РЖД» А. И. Черевко;

- ректор ОмГУПС, заведующий кафедрой «Локомотивы», доктор технических наук, доцент С. М. Овчаренко;

- президент ОмГУПС, доктор технических наук, профессор И. И. Галиев;
- проректор по производственному обучению и связи с производством, заведующий кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС, кандидат технических наук, доцент В. П. Клюка;
- начальник службы вагонного хозяйства Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» С. В. Киселев;
- главный инженер службы вагонного хозяйства Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» И. А. Хохлов;
- начальник технического отдела службы вагонного хозяйства Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» В. П. Милованов;
- начальник вагонного эксплуатационного депо Инская А. В. Петраков;
- начальник вагонного эксплуатационного депо Входная В. А. Бобков.

Все три указанных стенда основной конструкции имеют рамы с пластиковыми панелями темно-зеленого цвета для размещения соответствующих схем (для первого стенда – схемы дороги, для остальных двух - схем одноименных станций) с объектами вагонного хозяйства, хозяйств других оперативных служб и дирекций.

Для наглядности восприятия информации на всех трех стендах предусмотрена светодиодная подсветка, позволяющая наглядно оценить структуру и возможности вагонного хозяйства Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», а также двух, наиболее крупных пунктов технического обслуживания грузовых вагонов вагонных эксплуатационных депо – Инская и Входная.



Рисунок 1 – Электрифицированный стенд «Система вагонного хозяйства на Западно-Сибирской железной дороге – филиале ОАО «Российские железные дороги»

На стенде «Система вагонного хозяйства ...» нарисованы основные участки Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с условными обозначениями предприятий (цехов, участков) и других объектов вагонного хозяйства – как эксплуатации, так и ремонта:

На стенде «Система вагонного хозяйства ...» светодиодная подсветка дает возможность произвести оценку и сопоставить между собой:

- железнодорожные узлы и участки железной дороги с размерами движения грузовых поездов 70 и более, 40-69, 20-39, 10-19, 10 и менее пар поездов в сутки;
- вагонные эксплуатационные депо (количество проследовавших вагонов в сутки/штат);
- грузовые вагонные ремонтные и пассажирские вагонные депо (годовая мощность/штат);
- механизированные пункты подготовки вагонов к перевозкам (суточная подготовка/штат), промывочно-пропарочные станции (программа подготовки к наливу/штат) и вагонно-колесные мастерские (годовая мощность формирования колесных пар/штат);
- участки текущего отцепочного ремонта (суточная мощность/штат) и пассажирские вагонные участки (приписной парке/штат);
- контрольные посты, приборы КТСМ-02 и УКСПС, прочие приборы безопасности.

На стендах «Пункт технического обслуживания ... станции Инская», «Пункт технического обслуживания ... станции Входная» установлены макеты основных участков (структурных подразделений) соответствующих вагонных эксплуатационных депо и других объектов вагонного хозяйства:



Рисунок 2 – Электрифицированный стенд «Пункт технического обслуживания грузовых вагонов внеклассной сортировочной станции Инская»

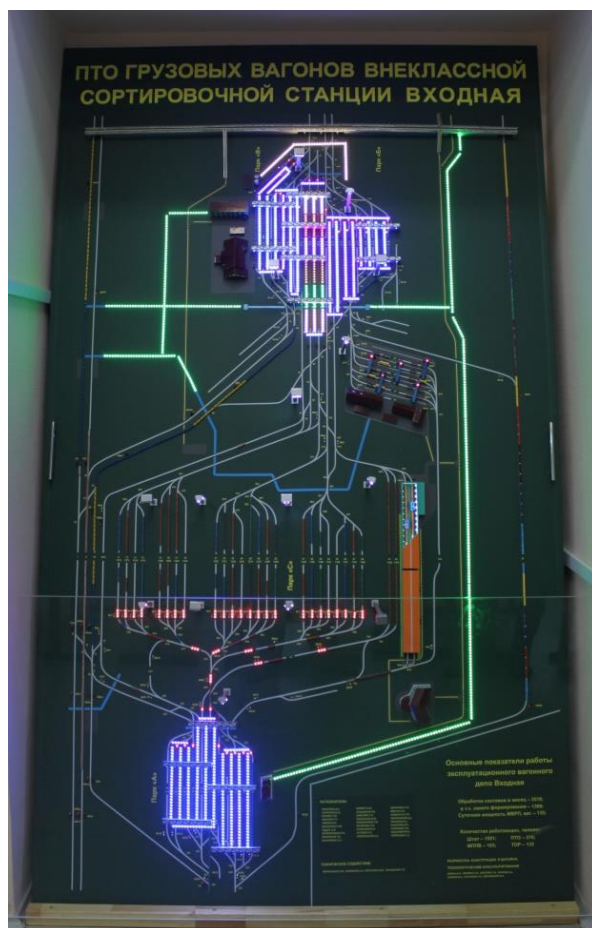


Рисунок 3 – Электрифицированный стенд «ПТО грузовых вагонов внеклассной сортировочной станции Входная»

На стендах «Пункт технического обслуживания ... станции Инская» и «Пункт технического обслуживания ... станции Входная» светодиодная подсветка наглядно информирует о:

- гарантийных участках безопасного следования пассажирских вагонов (по автотормозам и ходовым частям), грузовых вагонов, грузовых вагонов ускоренных контейнерных поездов;
- первой, второй и третьей тормозной позициях сортировочных горок горочных систем сортировочных станций Инская и Входная;
- светофорах железнодорожных мачтовых входных, маршрутных выходных и карликовых маневровых;
- устройствах тормозных стационарных УТС-380 и точках пересечения нижних габаритов подвижного состава;
- прожекторных осветительных установках и светильниках на жестких поперечинах (ригелях) контактной подвески, опорах контактной сети и машинах МППВ;

- вагоноремонтных машинах;
- устройствах зарядки и опробования тормозов УЗОТ-Р;
- позициях ТО вагонов (с 1-й по 6-ю) в парках отправления при работе по системе «6+2»;
- расположении осмотрщиков вагонов и слесарей при работе по технологии «6+2»;
- служебных и технологических маршрутах производственного персонала.

Несколько лет спустя на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС, в связи с насыщением подвижного состава новыми тормозными приборами, данная работа была продолжена на основе тех же принципов в виде изготовления электрифицированного стенда «Кран дистанционного управления тормозами № 130» (рис. 4, установленного в учебной аудитории № 176 «Лаборатория автотормозов»):



Рисунок 4 – Электрифицированный стенд «Кран дистанционного управления тормозами № 130»

Для понимания сути физических процессов, происходящих в тормозах поезда, работники вагонного и пассажирского хозяйств, связанные с их эксплуатацией (от осмотрщиков-ремонтников вагонов до руководителей депо), должны знать устройство и действие кранов машиниста, их взаимодействие с воздухораспределителями вагонов. Осмотрщики ПТО вагонов, связанные с опробованием тормозов вагонов в поездах, по роду своей профессиональной деятельности тесно взаимодействуют при этом с машинистами локомотивов. Технология проведения полного и сокращенного опробования тормозов предусматривает ряд совместных проверок, требующих присутствия осмотрщика – ремонтника вагонов в кабине локомотива.

До середины «нулевых» основными типами кранов машиниста на локомотивах были краны № 394 и № 395 различных модификаций (которые работники эксплуатационных подразделений вагонного и пассажирского хозяйств знали на приемлемом уровне). Однако, начиная со второй половины «нулевых», на локомотивах новых серий вместо кранов машиниста №№ 394, 395 все более активно внедряется новый кран дистанционного управления тормозами № 130 (далее – кран № 130). Следует отметить, что в настоящее время краном № 130 оборудовано и оборудуются при постройке большое количество современных локомотивов: грузовые электровозы 2ЭС6 «Синара», 2ЭС10 «Гранит», 2ЭС5К «Ермак», Э5К, пассажирские электровозы ЭП20, ЭП1М, грузовые тепловозы 2ТЭ25А «Витязь».

Конструктивно кран № 130, практически ничего общего с кранами машиниста № 394, 395 не имеет. Однако, как ни странно, действие кранов машиниста этих типов, по сути, одинаково – хотя и реализуется совершенно по разному.

Как показывает практика, изучение тормозных приборов новых типов, в частности крана № 130 вызывает определенные трудности у работников локомотивного хозяйства, а в вагонном и пассажирском хозяйствах в силу разных причин внимания этому уделяется совершенно недостаточно как со стороны руководителей депо, так и со стороны самих работников.

Многолетняя практика учебного процесса по подготовке рабочих кадров в Учебных центрах профессиональных квалификаций ОАО «РЖД» показывает, что при изучении новых тормозных приборов обучающиеся не всегда достаточно ясно воспринимают их устройство и действие в силу их относительной сложности и конструктивных особенностей. В частности, даже многие машинисты локомотивов и осмотрщики – ремонтники вагонов, обучавшиеся на повышение класса квалификации и на повышение разряда, достаточно хорошо знавшие устройство крана машиниста № 395, при изучении, например, крана дистанционного управления тормозами № 130 нередко испытывали затруднения.

Особые сложности испытывают при изучении вышеуказанных тормозных приборов студенты дневной формы обучения железнодорожных вузов (специальностей вагонного и локомотивного профиля, связанных тормозами железнодорожного подвижного состава), что обусловлено отсутствием у них опыта практической работы с тормозным оборудованием и ограниченным объемом учебного времени, отведенным на его изучение.

Чтобы восполнить данный пробел в изучении указанных тормозных

приборов, на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС по программе развития учебной материальной базы студентами-дипломниками заочной формы обучения специальности «Подвижной состав (Вагоны)» в рамках подготовки выпускных квалификационных работ как раз и был изготовлен электрифицированный стенд-тренажер «Кран дистанционного управления тормозами № 130».

Данное наглядное пособие при защите выпускных квалификационных работ было представлено председателю государственной аттестационной комиссии – главному инженеру Западно-Сибирской дороги А. И. Черевко и получили положительную оценку.

Для полного понимания конструкции и действия крана № 130 работникам вагонного хозяйства следует пояснить, что этот кран представляет собой как бы некий аналог устройства зарядки и опробования тормозов УЗОТ-Р в миниатюре (для одного состава) с минимальным набором функций. При этом, в отличие от УЗОТ-Р, у которого регистрация параметров производится на бумажный носитель информации, параметры работы крана № 130 и другого тормозного оборудования локомотива (в том числе величины давлений в питательной и тормозной магистралях, уравнильном резервуаре, тормозных цилиндрах локомотива, ступеней торможения и отпуска тормозов поезда, включение-выключение компрессоров и т.п.) регистрируются во внутренней памяти микропроцессорной системы управления локомотивом МПСУ и Д (МСУД, МСУ-Т и т.п.). Об этом следует знать руководителям и командно-инструкторскому составу эксплуатационных подразделений вагонного (пассажирского) хозяйства, чтобы использовать результаты расшифровки файлов внутренней памяти этой системы при совместном с представителями локомотивного хозяйства расследовании отказов технических средств, нарушений безопасности движения (наравне с данными расшифровки файлов кассет и картриджей средств регистрации основных и дополнительных приборов безопасности локомотивов КЛУБ-У, БЛОК, САУТ, систем автоведения поездов УСАВП, ИСАВП-РТ, систем управления тормозами тяжеловесных поездов СУТП и РУТП).

Кран дистанционного управления тормозами № 130 состоит из управляющей (ККМ) и исполнительной (БЭПП) частей, связанных между собой с использованием как сжатого воздуха, так и электричества. При этом контроллер крана № 130 (встроенный в пульт управления локомотива машинистом), являясь его управляющей частью, вырабатывает электрические сигналы (соответствующие по алгоритму позициям или положениям крана машиниста № 395), подающие через микропроцессорную систему управления

локомотивом команды на действие исполнительной части крана № 130 – блока электропневматических приборов (БЭПП). Блок БЭПП, реагируя на получаемые из микропроцессорной системы управления локомотивом электрические сигналы, реализует соответствующие процессы в пневматических цепях локомотива и тормозной магистрали поезда согласно положениям (позициям) контроллера крана машиниста (ККМ). Основой блока БЭПП является трехкамерное реле давления, взаимодействующее с уравнительным резервуаром, тормозной магистралью, питательной магистралью и атмосферой по алгоритмам, аналогичным алгоритмам работы кранов машиниста №№ 394, 395.

Поскольку основной составной и исполнительной частью крана № 130 является блок электропневматических приборов, то для демонстрации работы крана № 130 на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС было принято решение уделить основное внимание изготовлению пластиковой панели внешнего вида БЭПП, которая и составила основу данного стенда – тренажера. Габариты пластиковой панели стенда – тренажера «Кран дистанционного управления тормозами № 130» и ее расположение для наглядности предусмотрены примерно аналогичными панели существующего в аудитории «Лаборатория автотормозов» стенда-тренажера «Кран машиниста № 395». На лицевой стороне панели фотопечатью был нанесен фоторисунок блока электропневматических приборов БЭПП в изометрической проекции. Электропневматические вентили обозначены надписями В1 – В9, выполненными красным шрифтом.

Общий вид блока электропневматических приборов БЭПП стенда-тренажера «Кран дистанционного управления тормозами № 130» представлен на рис. 4. Как и в БЭПП реального крана № 130 на локомотиве, для индикации включенного (выключенного) состояния электропневматических вентилей В1 – В9 используются светодиоды, установленные на пластиковой панели в отверстиях, прорезанных на соответствующих местах. Свечение светодиодов или его отсутствие определяется положением рукоятки ККМ.

Так как контроллер крана машиниста ККМ в данном случае выполняет вспомогательную роль, то для имитации перевода его рукоятки по позициям (положениям) предусмотрено использование семипозиционного переключателя пакетного типа, установленного внутри панели стенда-тренажера (с выводом рукоятки на внешнюю сторону панели в правом ее нижнем углу).

В отличие от пневматической блокировки тормозов № 367 с ручным управлением для кранов машиниста №№ 394, 395, у крана № 130 применена электропневматическая блокировка УБТ с дистанционным управлением,

управляемая с помощью выключателя цепей управления ВЦУ на пульте машиниста при смене кабин управления. ВЦУ, кроме того, при этом производит включение – выключение цепей управления локомотивом. Для демонстрации работы устройства блокировки тормозов УБТ на стенде – тренажере также предусмотрена имитация переключения выключателя цепей управления ВЦУ с использованием трехпозиционного переключателя пакетного типа.

Для показа алгоритмов управления стендом-тренажером была изготовлена и размещена под пластиковой панелью БЭПП внизу справа специальная «Таблица работы вентилях БЭПП», которая наглядно показывает наличие или отсутствие напряжения на электропневматических вентилях В1 – В9 при различных положениях рукоятки ККМ и ключа ВЦУ.

Внедрение указанных вышеуказанных электрифицированных стендов в учебный процесс позволило значительно повысить качество учебного процесса, доводить до студентов полноценную информацию об особенностях организации вагонного хозяйства на Западно-Сибирской железной дороге – филиале ОАО «РЖД» и использовать ее в ходе учебных занятий. Также данные стенды пользуются большой популярностью при проведении экскурсий с абитуриентами в ходе мероприятий «День открытых дверей» и при посещении ОмГУПС делегациями различного уровня.

Список литературы

1. Клюка, В. П. Стенд для изучения крана дистанционного управления тормозами № 130 / В. П. Клюка, С. А. Мосол // Локомотив. – ОАО «Российские железные дороги». – Москва. – 2019. – № 7. – С. 43 – 44.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Клюка Владислав Петрович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доцент, зав. кафедрой «Вагоны, вагонное
хозяйство», кандидат технических наук
ОмГУПС.
Тел.: 8-913-628-78-87.
E-mail: vklyuka@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Klyuka Vladislav Petrovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35. Marx av., Omsk. 644046,
the Russian Federation.
Associate professor, head of chair “Railway
cars and car enterprise” OSTU.
Phone: +7-913-628-78-87.
E- mail: vklyuka@mail.ru

Кирпиченко Евгений Михайлович
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
преподаватель кафедры «Вагоны и
вагонное хозяй-ство» ОмГУПС.
Тел.: +7-950-334-53-67.
E-mail: KirpichenkoEM@omgups.ru,
eu-gene_1976@bk.ru

Kirpichenko Evgeniy Mikhailovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35. Marx av., Omsk. 644046,
the Russian Federation.
Teacher of the department «Railway cars and
car en-terprise» OSTU.
Phone: +7-950-334-53-67.
E-mail KirpichenkoEM@omgups.ru, eu-
gene_1976@bk.ru

Мосол Сергей Андреевич
Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Инженер, зав. лаб. кафедры «Вагоны,
вагонное хозяйство» ОмГУПС.
Тел.: 8-913-613-08-01.
E- mail: bam1979-2005@yandex.ru

Mosol Sergey Andreevich
Omsk State Transport University (OSTU).
35. Marx av., Omsk. 644046,
the Russian Federation.
Engineer, head. lab. of chair “Railway cars and
car enterprise” OSTU.
mobile phone: +7-913-613-08-01.
E- mail: bam1979-2005@yandex.ru

621.311.22

А. А. Куандыкова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В статье изложен комплексный подход определения суммарного расхода условного топлива крупного города в виде математической модели. Приведен развернутый энергетический баланс системы теплоснабжения города. На его основе рассмотрены основные направления в развитии региональной теплоэнергетики (на примере г. Омска). Отмечено, что тепловые мощности отопительных котельных используются нерационально, и эффективность топливоиспользования на них низкая. Приведены варианты повышения эффективности использования органического топлива в сфере производства тепловой и электрической энергии. Показаны наиболее целесообразные направления развития, включающие реконструкцию отопительных котельных в ТЭЦ малой мощности и ликвидацию неэкономичных теплоисточников путем перевода нагрузки на более эффективные энергоисточники.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, система теплоснабжения, комбинированная выработка энергии, ТЭЦ малой мощности, органическое топливо.

PERSPECTIVE OPTIONS FOR INCREASING FUEL EFFICIENCY IN THE HEAT SUPPLY SYSTEM

A comprehensive approach to determining the total equivalent fuel consumption in the form of a mathematical model is described. The detailed energy balance of the heat supply system of the city is given. On its basis, the main directions in the development of regional heat power engineering are considered (for example, the city of Omsk). It is noted that the thermal capacities of heating boiler rooms are used irrationally, and the fuel efficiency on them is low. Options for increasing the efficiency of using organic fuel in the field of heat and electric energy production are given. The most appropriate development directions are shown, including the reconstruction of heating boilers in low-power heat and power plants and the elimination of uneconomical heat sources by transferring the load to more efficient energy sources.

Keywords: energy efficiency, heat supply system, combined energy production, low-power thermal power plant, fossil fuels.

Централизованное теплоснабжение потребителей с использованием тепла отработавшего пара турбин электрических станций, т.е. теплофикация приносит значительную экономию топлива, а также способствует чистоте воздушного бассейна и охране природы. В настоящее время действующие теплофикационные системы городов не обеспечивают расчетную экономию топлива. Потребление топлива на теплоснабжение занимает значительное место в расходной части топливно-энергетического баланса региона.

Потребление топлива на теплоснабжение занимает значительное место в расходной части топливно-энергетического баланса региона, однако при оптимизации топливно-энергетического комплекса источники тепла не участвуют в конкурсе с точки зрения выбора их оптимальной структуры, а рассматриваются только как потребители того или иного вида топлива.

Для г. Омска, не имеющего собственных источников топливно-энергетических ресурсов и являющегося энергодефицитным по потреблению электроэнергии, вопросы иерархического построения и создания систем теплоснабжения, выбора структуры теплоисточников и топлива с его ценовой конъюнктурой не могут быть второстепенными, поскольку они лежат в основе экономики города.

В связи с этим, решения накопившихся проблем по повышению эффективности использования топлива представляют особую важность в экономике региона.

Для сравнения топливной эффективности систем теплоснабжения различного типа, объективного сопоставления существующих и вновь проектируемых систем теплоснабжения необходим метод сравнительной оценки, позволяющий определять технико-экономическую эффективность той или иной системы и производить выбор, наиболее полно отвечающий заданным критериям. Для этого предлагается использовать универсальный способ, который позволит уже на принципиальном уровне достаточно прозрачно оценивать целесообразность отдельных изменений в структуре энергоисточников централизованной системы теплоснабжения.

Экономия топливно-энергетических ресурсов и повышение энергетической эффективности являются одними из главных приоритетов государственной политики. Особое внимание в крупном промышленном городе должно уделяться уже сложившимся промышленным комплексам, в которых зачастую отсутствуют возможные связи между предприятиями или существующие связи выбраны не наилучшим образом по эффективности использования энергоресурсов.

В статье предлагается рассмотреть совокупность теплоисточников крупного города в виде расчетного блока, функционирование которых может быть зависимо от внешних параметров взаимосвязей с другими элементами системы.

Данная организационная модель схемы теплоснабжения города позволяет производить количество тепловой энергии, не только покрывающее заданный потребительский спрос на тепловую энергию, но и минимизировать совокупные топливные затраты крупного города путем контроля и управления теплоснабжением с учётом технических ограничений по источникам тепла и тепловым сетям.

Для решения задачи снижения топливных затрат крупного города предлагается на основе математической модели топливопотребления провести сравнительную оценку топливной эффективности и факторный анализ влияния изменений структуры теплоисточников на расход топлива.

В соответствии с действующими нормативными правовыми документами топливную эффективность энергоисточников в системе показателей статистической отчетности принято оценивать удельными расходами топлива на выработку (отпуск) электрической ($b_{э}$) и тепловой ($b_{тэ}$) энергии.

В целом, рассматривая в комплексе теплоэнергетику крупного города, суммарный расход условного топлива (кг у.т.) можно выразить математической моделью как сумму расходов топлива теплоисточников всех форм собственности:

$$B_{PEГ} = \sum_1^n b_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}C} \mathcal{E}_{OT}^{\mathcal{E}C} + \sum_1^k b_{T\mathcal{E}}^{\mathcal{E}C} Q_{OT}^{\mathcal{E}C} + \sum_1^c b_{\mathcal{E}}^{M\mathcal{U}H} \mathcal{E}_{OT}^{M\mathcal{U}H} + \sum_1^d b_{T\mathcal{E}}^{M\mathcal{U}H} Q_{OT}^{M\mathcal{U}H} + \\ + \sum_1^g b_{\mathcal{E}}^{P\mathcal{P}} \mathcal{E}_{OT}^{P\mathcal{P}} + \sum_1^p b_{T\mathcal{E}}^{P\mathcal{P}} Q_{OT}^{P\mathcal{P}} + \sum_1^j b_{\mathcal{E}}^{ИИД} \mathcal{E}_{OT}^{ИИД} + \sum_1^i b_{T\mathcal{E}}^{ИИД} Q_{OT}^{ИИД}, \quad (1)$$

где $b_{\mathcal{E}}^{\mathcal{E}C}, b_{\mathcal{E}}^{M\mathcal{U}H}, b_{\mathcal{E}}^{P\mathcal{P}}, b_{\mathcal{E}}^{ИИД}$ – соответственно средневзвешенные удельные расходы условного топлива на отпуск электрической энергии от источников энергосистемы, муниципальных, промышленных и индивидуальных котельных малой мощности, кВт·ч;

$b_{T\mathcal{E}}^{\mathcal{E}C}, b_{T\mathcal{E}}^{M\mathcal{U}H}, b_{T\mathcal{E}}^{P\mathcal{P}}, b_{T\mathcal{E}}^{ИИД}$ – соответственно средневзвешенные удельные расходы условного топлива на отпуск тепловой энергии от источников энергосистемы, муниципальных, промышленных и индивидуальных котельных малой мощности, кДж;

$\mathcal{E}_{OT}^{\mathcal{E}C}, \mathcal{E}_{OT}^{M\mathcal{U}H}, \mathcal{E}_{OT}^{P\mathcal{P}}, \mathcal{E}_{OT}^{ИИД}$ – соответственно суммарные отпуска электроэнергии источниками энергосистемы, муниципальными, промышленными и котельными малой мощности, кВт·ч;

$Q_{OT}^{\mathcal{E}C}, Q_{OT}^{M\mathcal{U}H}, Q_{OT}^{P\mathcal{P}}, Q_{OT}^{ИИД}$ – соответственно суммарные отпуска тепловой энергии всеми источниками энергосистемы (включая ТЭЦ и районные котельные), муниципальными, промышленными, индивидуальными котельными малой мощности, кДж;

n, k, c, d, g, p, j, i – количество соответствующих источников.

Однако разнесение затрат топлива при комбинированном производстве электрической и тепловой энергии является условным. Как отмечалось в работах [1, 2] применение различных методов (физического, эксергетического или метода ОРГРЭС) на одном и том же источнике привело к существенным различиям в значениях $b_{\mathcal{E}}$ и $b_{T\mathcal{E}}$. Таким образом, отчетные значения удельных расходов топлива на выработку (отпуск) электрической ($b_{\mathcal{E}}$) и тепловой ($b_{T\mathcal{E}}$) энергии должны применяться с крайней осторожностью даже при оценке тепловой экономичности ТЭЦ.

При этом следует подчеркнуть, что суммарный региональный расход топлива при комплексной оценке теплоэнергетики крупного города должен анализироваться с учетом имеющихся перетоков электроэнергии из Объединенной энергетической системы в энергосистему региона.

При анализе комплексной теплоэнергетики крупного города представляется наиболее эффективным и наглядным ее рассмотрение на основе метода теплового баланса [3], в развитии которого энергетический баланс

системы теплоснабжения города может быть представлен в следующем виде:

$$\frac{\mathcal{E}_{OT} + Q_{OTB}}{\eta_T} + \frac{Q_{KY}}{\eta_{KY}^H \eta_{T.П}} + \frac{\mathcal{E}_{OT} - \mathcal{E}_T}{\eta_K} + \frac{\mathcal{E}_{OЭ}}{\eta_{ЛЭП} \eta_{КЭС}} = \frac{\mathcal{E} + Q_{OTB} + Q_{KY}}{\eta} = B Q_H^P, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_{OT}$ – выработка электрической энергии источниками энергосистемы города, кДж;

$\mathcal{E}_{OЭ}$ – потребление электроэнергии из объединенной энергосистемы, кДж;

$\mathcal{E}_T$ – выработка электроэнергии источниками энергосистемы города в теплофикационном цикле, кДж;

$\mathcal{E}$ – совокупная выработка электроэнергии существующими турбинами и потребляемой из Объединенной энергетической системы, кДж;

Q_{OTB} – отпуск тепла из отборов и выхлопа турбин, работающих с противодавлением, кДж;

Q_{KY} – отпуск тепла непосредственно от котлов и редукционных установок, кДж;

$\eta_{KY}^H, \eta_{T.П}, \eta_T, \eta_K, \eta_{ЛЭП}, \eta_{КЭС}, \eta$ – соответственно КПД котельной установки (нетто), теплового потока, противодавленческой и конденсационной частей, блочной КЭС, линии электропередачи и общий;

B – расход условного топлива за рассматриваемый период времени, кг у.т.

Q_H^P – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Анализ формулы (2) позволяет установить структуру выработки электроэнергии в энергосистеме города, оценить возможность экономии топлива, получаемой от развития теплофикации, укрупненно представить технико-экономические показатели котельных и турбинных установок на источниках. С помощью выражения (2) можно рассчитывать различные варианты экономии топлива в энергосистеме крупного города.

В работе рассмотрены существующие условия работы источников тепловой энергии на примере г. Омска.

На территории г. Омска функционируют 179 источников тепловой энергии, включая три ТЭЦ и 176 котельных, часть потребителей имеет индивидуальное теплоснабжение (печное отопление, мелкие котлы) [4].

Установленная мощность электрических станций энергетической системы Омской области составляет 1 601,2 МВт, в том числе 1 565,2 МВт (97,8 процентов) приходится на долю Омских ТЭЦ и 36 МВт (2,2 процента) – на долю четырех блок-станций промышленных предприятий.

Электропотребление Омской области в 2017 году составило 10 806,9 млн. кВт·ч, при этом на долю собственной выработки пришлось 64,4 процента или 6 956,5 млн. кВт·ч. Дефицит энергосистемы Омской области составил 3 850,4 млн. кВт·ч (35,6 процентов).

В табл. 1 представлена структура и сведения об объемах отпуска тепловой энергии за 2017 год, а также доля источника в общем объеме отпуска теплоты в систему теплоснабжения г. Омска.

Таблица 1

Структура и объем отпуска тепловой энергии источниками за 2017 год

Наименование источника теплоты	Отпуск тепла, тыс. ГДж	Доля источника в общем объеме отпуска тепла, процент
ТЭЦ-3	14 122,08	19,5
ТЭЦ-4	7 448,32	10,3
ТЭЦ-5	14 247,68	19,7
ТЭЦ-2 (в режиме котельной)	3 299,20	4,6
Кировская районная котельная	5 028,35	6,9
Муниципальные котельные	3 533,66	4,9
Производственные отопительные котельные	24 723,06	34,1
ИТОГО:	72 402,35	100,0

Из уравнения (2) после его преобразования получим суммарный расход условного топлива (на примере г. Омска) в виде развернутой структуры тепловых источников:

$$\begin{aligned}
 B = 0,034 * \left(\frac{\sum \mathcal{E}_{OT}^{TЭЦ} + \sum Q_{OTБ}^{TЭЦ}}{\eta_T} + \frac{\sum Q_{КУ}^{TЭЦ}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum (\mathcal{E}_{OT} - \mathcal{E}_T)^{TЭЦ}}{\eta_K} + \right. \\
 \left. \frac{\sum \mathcal{E}_{OT}^{ПР} + \sum Q_{OTБ}^{ПР}}{\eta_T} + \frac{\sum Q_{КУ}^{ПР}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum (\mathcal{E}_{OT} - \mathcal{E}_T)^{ПР}}{\eta_K} + \right. \\
 \left. \frac{\sum Q_{КУ}^{TЭЦ-2}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum Q_{КУ}^{КРК}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum Q_{КУ}^{МУН}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\mathcal{E}_{ОЭ}}{\eta_{ЛЭП} \eta_{КЭС}} \right) \quad (3)
 \end{aligned}$$

где $\frac{\sum \mathcal{E}_{OT}^{TЭЦ} + \sum Q_{OTБ}^{TЭЦ}}{\eta_T} + \frac{\sum Q_{КУ}^{TЭЦ}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum (\mathcal{E}_{OT} - \mathcal{E}_T)^{TЭЦ}}{\eta_K}$ – отпуск электрической и тепловой энергии ТЭЦ, выраженный через продукцию и соответствующие КПД;

$\frac{\sum \mathcal{E}_{OT}^{IP} + \sum Q_{OTБ}^{IP}}{\eta_T} + \frac{\sum Q_{КУ}^{IP}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}} + \frac{\sum (\mathcal{E}_{OT} - \mathcal{E}_T)^{IP}}{\eta_K}$ – отпуск электрической и тепловой энергии производственными отопительными котельными, выраженный через продукцию и соответствующие КПД;

$\frac{\sum Q_{КУ}^{TЭЦ-2}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}}, \frac{\sum Q_{КУ}^{КРК}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}}$ – отпуск тепловой энергии крупными котельными

г. Омска (ТЭЦ-2, функционирующей в режиме котельной и Кировской районной котельной (КРК)), выраженный через продукцию и соответствующие КПД;

$\frac{\sum Q_{КУ}^{МУН}}{\eta_{КУ}^H \eta_{Т.П}}$ – отпуск тепловой энергии муниципальными отопительными

котельными г. Омска, выраженный через продукцию и соответствующие КПД;

$\frac{\mathcal{E}_{OЭ}}{\eta_{ЛЭП} \eta_{КЭС}}$ – потребление электроэнергии из Объединенной энергосистемы.

Особенностью Омской энергосистемы является ее дефицитное состояние по выработке собственной электроэнергии, доля приобретаемой из Объединенной энергетической системы в общем объеме потребления региона достигает 40 процентов. Одновременно с этим, Омский регион не имеет возможности для покрытия собственных потребностей в топливно-энергетических ресурсах.

Стратегической целью региональной энергетической политики является создание устойчивой и способной к саморегулированию системы обеспечения региональной энергетической безопасности с учетом оптимизации территориальной структуры производства и потребления топливно-энергетических ресурсов [5].

Учитывая изложенное, представляется значительным рассмотрение оптимизационной структуры использования мощностей тепловых электростанций, тепловых источников муниципальных и промышленных предприятий как в отдельности, так и при совместной (параллельной) работе или в иных сочетаниях, добиваясь максимальной экономии топлива.

По данным табл. 1 установлено, что в 2017 году на долю Омских ТЭЦ пришлось до 50 процентов выработки тепловой энергии. Переход на выработку значительного объема тепловой энергии на отопительных котельных обусловил изменение коэффициента использования топлива, которое привело к

увеличению его расхода. Уменьшение фактического присоединения тепловых нагрузок от ТЭЦ привело к снижению удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении, и, как следствие, снижению экономии топлива при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии (табл. 2).

Таблица 2

Отпуск электрической энергии, удельные расходы топлива на отпуск единицы продукции Омскими ТЭЦ за 2017 год

Показатель	ТЭЦ-3	ТЭЦ-4	ТЭЦ-5
Общий отпуск электрической энергии, млн кВт·ч, в том числе:	1 439,03	1 310,35	3 055,19
отпуск электрической энергии в теплофикационном режиме , млн кВт·ч	1 221,89	576,36	1 859,35
отпуск электрической энергии в теплофикационном режиме, процент	73,5	37,7	52,3
Удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии, г/ кВт·ч	347,9	425,8	363,4
Удельный расход условного топлива на отпуск тепловой энергии, кг/ ГДж	35,01	38,88	34,08

Представляется необходимым рассмотрение вариантов повышения эффективности топливопотребления крупного города, ориентируясь на максимальную выработку электроэнергии на тепловом потреблении. На основе данных статистической отчетности энергоисточников [4], используя аналитическую зависимость расхода топлива в энергосистеме (3), предлагается следующее.

1. Создание ТЭЦ малой мощности путем реконструкции отдельных отопительных котельных муниципальных и промышленных предприятий г. Омска на базе существующих и перспективных тепловых нагрузок по паротурбинному варианту с установкой турбин малой мощности, либо по газотурбинному варианту с устройством газовых надстроек, либо по обоим вариантам совместно (цикл Брайтона-Ренкина).

В этом случае важным безусловным требованием при обосновании выбора отопительных котельных, реконструируемых в малые ТЭЦ, являются специальные расчеты, определяющие границы зон эффективного применения теплофикации, централизованных систем теплоснабжения от котельных и децентрализованного теплоснабжения.

Эффективность капиталовложений при реконструкции отопительных котельных при использовании собственных и заемных средств определяется технико-экономическим расчетом [6].

Перспективность такого направления показывает изучение мирового опыта эксплуатации источников тепла. К примеру, в Дании уже более двадцати лет для отопления объектов промышленности, сельского хозяйства и жилого фонда применяются комбинированные источники тепловой и электрической энергии мощностью от 1 МВт с использованием газовых и паротурбинных установок. Требование перевода теплоснабжающих установок, работающих на природном газе, мощностью от 1 МВт на комбинированное производство тепла и электроэнергии было введено датским законодательством в 1990 году. В результате, если в 70-х годах в Дании отпуск тепла для обогрева жилья составлял около 685 МДж/м² в год, то в 90-х годах эта величина уменьшилась до 361 МДж/м².

2. В продолжение идеи эффективности теплофикации необходимо рассмотреть вариант ввода генерирующих мощностей на самой энергоемкой отопительной котельной г. Омска.

В пользу комбинированной схемы энергоснабжения говорит обязательное условие эффективности теплофикации – достаточность тепловых нагрузок.

На долю Кировской районной котельной (КРК) приходится до семи процентов отпущенной тепловой энергии в общей структуре теплоисточников г. Омска (табл. 1). КРК является основным источником теплоснабжения динамично развивающейся Левобережной части г. Омска. Установленная мощность котельной составляет 2 449 ГДж/ч, которая обеспечивается шестью паровыми котлами типа ГМ-50-14/250 производительностью 50 т/ч (125 ГДж/ч) каждый, тремя водогрейными котлами типа ПТВМ-30М, производительностью 147 ГДж /ч и тремя водогрейными котлами КВГМ-100 по 419 ГДж/ч. В качестве основного топлива на котельной используется природный газ. На Кировской районной котельной отсутствует генерирующее оборудование для выработки электрической энергии, в том числе на собственные нужды.

По вариантам 1 и 2 повышение топливной эффективности города должно рассматриваться и с учетом вытеснения объема приобретенной электроэнергии из Объединенной энергетической системы (ЭОЭ) по формуле (3).

3. Вывод из эксплуатации неэкономичных источников тепловой энергии.

По данным табл. 2 отмечается низкая эффективность удельных топливных характеристик на выработку как электрической, так и тепловой энергии ТЭЦ-4 по сравнению с ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5. Отпуск электрической энергии в экономичном теплофикационном режиме составляет менее 38 процентов.

Состояние ТЭЦ-4 [4], анализ ее технико-экономических показателей свидетельствуют о том, что станция находится на границе безубыточности на оптовом рынке электроэнергии, поскольку топливная составляющая близка к

цене продажи продукции (электроэнергии).

4. По аналогии с вариантом 3 производится анализ эффективности топливной составляющей отопительных котельных муниципальных, теплоснабжающих и промышленных предприятий. Необходимо оценить границы зоны эффективного теплоснабжения источников, расположенных в непосредственной близости к объектам рассмотрения.

Предложенный вариант может быть рассмотрен как самостоятельно, так и при комбинации вариантов 1, 2, 3. Данное направление представляется перспективным и менее затратным по сравнению с предложенными выше.

ВЫВОДЫ

1. Метод сравнительной оценки топливной эффективности крупного города, основанный на уравнении энергетического баланса системы теплоснабжения может быть использован для решения задач эффективного управления процессом городского теплоснабжения, энерго- и ресурсосбережения.

2. Представленная фактическая информация позволяет проводить технико-экономическое обоснование различных вариантов реализации реконструкции теплоисточников путём перевода отдельных котельных на комбинированный способ производства электрической и тепловой энергии, внедрения технологий ПГУ на энергетических объектах и ликвидации неэкономичных энергоисточников.

3. Представленный подход к рассмотрению перспектив развития структуры теплоисточников в системе теплоснабжения города может применяться научными организациями и предприятиями, занимающимися теоретическими и прикладными исследованиями в области разработки схем теплоснабжения крупных городов для выбора оптимальных решений и совершенствования систем теплоснабжения.

Список литературы

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472с., ил.

2. Андрющенко, А. И. О разделении расхода топлива и формировании тарифов на ТЭЦ / А. И. Андрющенко // Теплоэнергетика. – 2004. – №8.

3. Бутаков, И. Н. Научные основы для установления КПД ТЭЦ / И. Н. Бутаков // Электрические станции. – 1955. – №12.

4. Схема теплоснабжения Омска на период до 2030 г. // Официальный портал Администрации г. Омска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://admomsk.ru/web/guest/government/divisions/35/heat-supplyscheme> (дата обращения: 20.09.2019).

5. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 год».

6. Лебедев, В. М. Техничко-экономическая эффективность реконструкции промышленно-отопительных котельных в ТЭЦ малой мощности / В. М. Лебедев, С. В. Приходько // Промышленная энергетика. – 2012. – №12.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Куандыкова Айну́р Амы́рхановна
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Теплоэнергетика»
ОмГУПС.
Тел.: +7-965-980-52-55.
E-mail: aynurkuandykova@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kuandykova Aynur Amyrkhanovna
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Postgraduate student the Department of «Heat
power engineering» OSTU.
Phone: +7-965-980-52-55.
E-mail: aynurkuandykova@gmail.com

УДК 629.4.072.2

В. Л. Незевак, С. С. Саркенов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РЕЖИМОВ ПИТАНИЯ

В статье рассмотрена задача оценки влияния изменения межпоездных интервалов при внедрении интервальной технологии на участках постоянного и переменного тока с различным типом профиля пути. Представлены результаты расчетов по оценке влияния интервальной технологии следования электроподвижного состава на потери электроэнергии в системе тягового электроснабжения при различных режимах питания межподстанционных зон.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, потери электроэнергии, электроподвижной состав, тяговая сеть, интервальная технология следования, режимы питания, имитационное моделирование, коэффициент вариации.

INFLUENCE OF THE INTERVAL ORGANIZATION OF TRAINS MOVEMENT FOR POWER CONSUMPTION UNDER CONDITIONS TO CHANGE THE FOOD MODES OF THE INTERSUBSTATION ZONES

The article discusses the task of assessing the impact of changes in inter-train intervals when introducing interval technology in areas of direct and alternating current with a different type of track profile. The results of calculations are presented for assessing the impact of interval technology following electric rolling stock on energy losses in the traction power supply system for various power regimes of inter-substation zones.

Keywords: traction power supply system, electricity loss, electric rolling stock, traction network, interval following technology, power modes, simulation, variation coefficient.

Реализация интервальной технологии направлена на повышение пропускной способности участков железных дорог за счет сокращения интервалов [1, 2]. Использование в технологии так называемой «виртуальной» автосцепки позволяет с сохранением требований безопасности движения сократить межпоездной интервал до 4 – 6 мин. Сокращение интервалов на электрифицированных участках приводит к увеличению электропотребления и росту потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения. В этом отношении график движения поездов оказывает значительное влияние на уровень электропотребления на тягу, включающий в себя потребление энергии электроподвижным составом, технические потери энергии в системе тягового электроснабжения и энергию рекуперации. Указанное влияние проявляется с различной силой на участках железных дорог постоянного и переменного тока и участках с различным профилем пути, как это показано в работах [3, 4]. Указанное обстоятельство обусловлено распределением потоков мощности, условиями рекуперации и уровнями технических потерь электроэнергии различными для режимов питания межподстанционных зон.

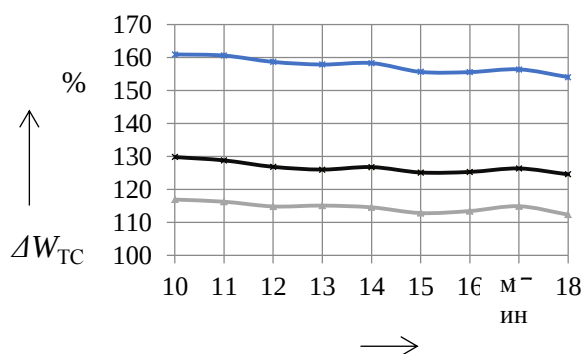
Применение стандартных статистических показателей не позволяет однозначно описать расписание графика движения поездов для использования при анализе его влияния на электропотребление в силу множества вариантов, подпадающих под описание. Для решения указанной задачи применяются подходы формализации описания расписания движения поездов [5 – 9].

Для решения задачи примем допущение о том, что сравнение различных вариантов расчетных графиков движения при изменении режимов питания межподстанционных зон выполняется в условиях сохранения размеров движения и изменения нормообразующих факторов. В этом случае объем выполненной работы на рассматриваемом участке и условия пропуска поездов сохраняются за исключением расписания движения. Получение основных зависимостей изменения тягового электропотребления и технических потерь в системе тягового электроснабжения выполняется путем имитационного моделирования.

В качестве рассматриваемых участков для анализа изменения электропотребления и уровня потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения при имитационном моделировании принят двухпутный участок постоянного тока, размеры движения на котором составляют 80 пар поездов, из них 10 пар поездов – пассажирские и пригородные. На рассматриваемом участке эксплуатируются серии локомотивов – 2ЭС6 и ВЛ10К. При интервальной технологии следования изменению подлежат межпоездные интервалы в пакетах от 10 до 18 мин с шагом 1 мин и количество поездов в пакетах – от 3 до 8 поездов. На участках применяется рекуперативное торможение.

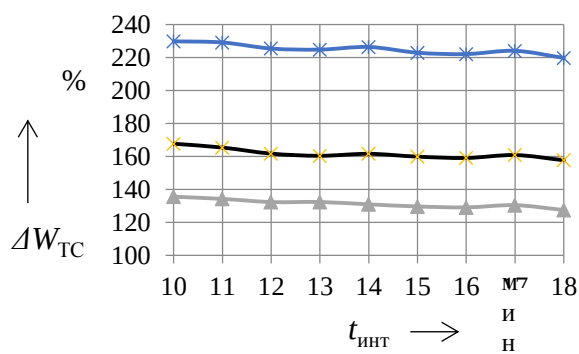
Имитационное моделирование выполнено для различных масс поездов (в диапазоне от 1000 до 7000 т), нагрузки на ось (в диапазоне от 5 до 25 т/ось) и профилей пути (от I до IV типа). В качестве режимов питания межподстанционных зон рассмотрены следующие двухсторонние режимы: параллельный, раздельный и консольный.

Консольный двухсторонний режим питания не позволяет организовать пропуск поездов с массами более 3000 т по причине понижения напряжения на токоприемнике ниже 2,7 кВ. В связи с этим для участка было выполнено моделирование с массами составов в диапазоне от 1000 до 2000 т и нагрузкой на ось в диапазоне от 5 до 25 т/ось. Потери электроэнергии в тяговой сети в относительном выражении при массе 1000 тонн, нагрузке на ось 5 т/ось и количестве поездов в пакете равном трем для различных режимов питания межподстанционных зон на участке с IV типом профиля пути, определенные относительного базового варианта с параллельной схемой питания, представлены на рис. 1.а. Результаты расчетов потерь электроэнергии для поездов массой 2000 т и нагрузке 5 т/ось приведены на рис. 1.б.



— двухсторонний параллельный IV тип
 — раздельный IV тип
 — двухсторонний консольный IV тип

а)



— двухсторонний параллельный IV тип
 — раздельный IV тип
 — двухсторонний консольный IV тип

б)

Рисунок 1 – Потери электроэнергии в тяговой сети для масс состава:
 а) 1000 т; б) 2000 т

Соотношение потерь электроэнергии в тяговой сети для рассматриваемого режима питания по отношению к параллельному режиму выражается коэффициентом k :

$$k = \frac{\Delta W_i}{\Delta W_{\text{п}}}, \quad (1)$$

где ΔW_i – потери при i -м режиме питания;

$\Delta W_{\text{п}}$ – потери при параллельном режиме питания.

Результаты расчетов коэффициента k от параметров тяговой нагрузки при раздельном режиме питания СТЭ при массе состава 1000 тонн и нагрузки на ось 5 т/ось на I типе профиля приведены на рис. 3, для консольного режима питания СТЭ – на рис. 4.

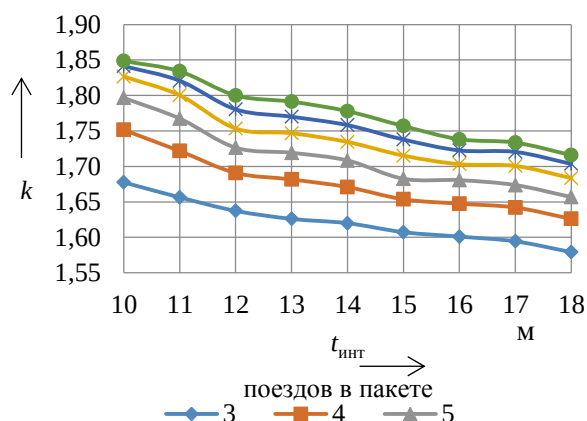
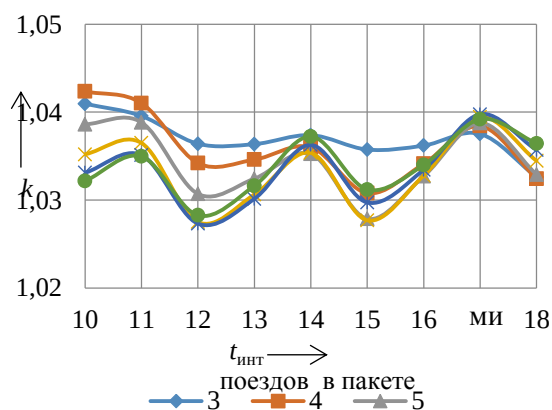


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента при раздельном режиме питания

Рисунок 3 – Зависимость коэффициента при консольном режиме питания

При межпоездном интервале 12 и 15 мин коэффициент принимает минимальные значения для рассмотренных вариантов пакетной организации движения, при межпоездном интервале 11, 14 и 17 мин – максимальное значение. Нелинейный характер изменения коэффициента связан с особенностями интервальной технологии следования в условиях применения рекуперативного торможения. График изменения коэффициента для консольного двухстороннего режима питания приведен на рис.3. В рассматриваемом случае увеличение межпоездного интервала приводит к уменьшению значений коэффициента для всех вариантов пакетной организации движения.

Для сравнения коэффициента режима питания при различных профилях пути, целесообразно привести к относительному значению времени следования в пакетах. Относительное значение времени следования поездов в пакетах α (пачках – для однопутных участков), определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1} \tau_{i \text{ пак}}}{1440 \cdot K_{\text{эл}}} \quad (2)$$

где $\tau_{i \text{ пак}}$ – i -й межпоездной интервал в пакетах (пачках), определяемый в обоих направлениях движения, мин;

$K_{\text{эл}}$ – количество главных путей на расчетном полигоне, шт.

График зависимости коэффициента режима питания от среднего относительного времени следования в пакетах при различных типах профиля пути представлен на рис. 4.

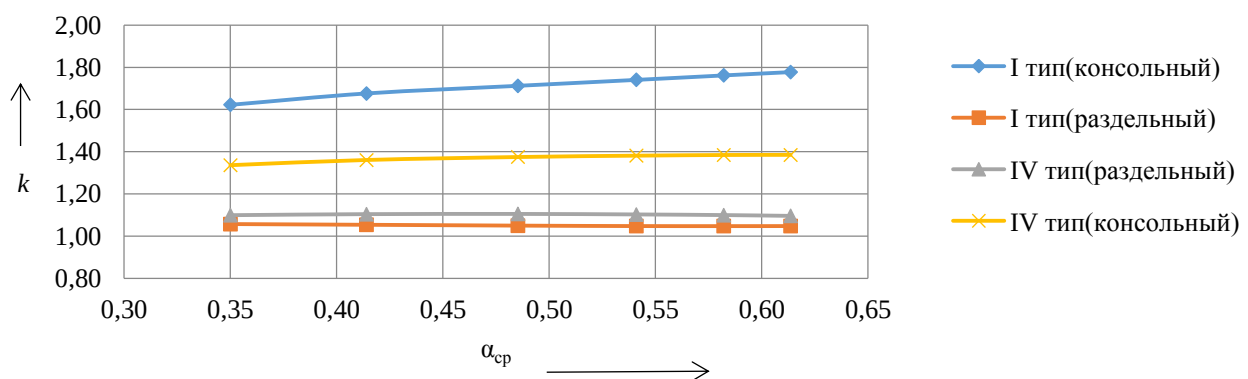


Рисунок 4 – График зависимости коэффициента режима питания от среднего относительного времени следования в пакетах

Для определения относительного разброса коэффициента режима питания посчитаем коэффициент вариации. Коэффициент вариации определяется по формуле:

$$V = \frac{\sigma_k}{\bar{k}} \cdot 100, \quad (3)$$

где σ_k - среднеквадратическое отклонение выборки;

$\bar{k}$ - среднее значение выборки.

Коэффициент вариации V для полученных результатов (табл. 3) не превышает 3 %, т.е. степень рассеивания данных является незначительной, что позволяет рассматривать задачу оценки изменения электропотребления и потерь электроэнергии в зависимости от режимов питания в условиях изменения параметров графика движения поездов с полученными коэффициентами для режимов питания межподстанционных зон.

В статье приведены промежуточные результаты, полученные в ходе решения задачи по оценке влияния параметров графика движения поездов на электропотребление и потери электроэнергии в системе тягового электроснабжения в зависимости от режимов питания межподстанционных зон. Результаты получены для различных типов профиля пути с учетом рекуперации.

Таблица 3

Коэффициент вариации для всех режимов питания

коэффициент вариации V , %				
N	I тип профиля		IV тип профиля	
	Раздельный режим	Консольный режим	Раздельный режим	Консольный режим
3	0,228544	1,920664	0,354276	0,215784
4	0,373789	2,406345	0,376236	0,43425
5	0,377724	2,679976	0,452512	0,497305
6	0,389416	2,733575	0,536982	0,421545
7	0,371485	2,651493	0,637105	0,686712
8	0,331521	2,565081	1,131637	1,312111

Установлено, что при увеличении доли удельной рекуперации на участках со всеми типами профиля пути коэффициент влияния режима питания межподстанционной зоны k на электропотребление и потери электроэнергии будет ниже. Решение рассмотренной задачи позволяет получить прогнозную модель для определения электропотребления и потери электроэнергии в в системе тягового электроснабжения в зависимости от режимов питания межподстанционных зон.

Список литературы

1. Интервальное регулирование движения поездов: Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rzdexpo.ru/innovation/the_introduction_of_innovative_satellite_and_gis_technologies/interval_dvijenie_poezdov.php. (дата обр. 08.11.2018).
2. Розенберг, Е. Н. Инновационное развитие систем интервального регулирования / Е. Н. Розенберг, В. В. Батраев // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 7. – С. 5 – 9.
3. Аржанников, Б. А. Усиление системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ при пропуске тяжеловесных поездов / Б. А. Аржанников, И. О. Набойченко // Транспорт Урала. – 2015. – № 2 (45). – С. 13 – 17.
4. Черемисин, В. Т. Организация контроля предельных режимов работы тяговой сети в условиях скоростного и тяжеловесного движения / В. Т. Черемисин, А. Л. Каштанов, В. Л. Незевак // Известия Транссиба. – 2017. – № 1 (29). – С. 83 – 90.
5. Незевак, В. Л. Совершенствование модели влияния параметров графика движения поездов на тяговое электропотребление на участках постоянного и переменного тока с I-м и II-м типом профиля пути при помощи регрессионных моделей и нейронных сетей / В. Л. Незевак // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6 (66). – С. 34 – 44.
6. Незевак, В. Л. Оценка изменения объема электропотребления на тягу от графика движения поездов на участках с I-м типом профиля пути на основе регрессионных моделей и нейронных сетей / В. Л. Незевак // Транспорт Урала. – 2017. – № 4 (55). – С. 65 – 70.
7. Мониторинг выполнения норм удельной рекуперации в границах произвольной зоны мониторинга участка постоянного тока / В. Л. Незевак, А. П. Шатохин // Известия Транссиба. – 2015. – № 2 (22). – С. 87 – 96.
8. Незевак, В. Л. Моделирование процессов электропотребления на тягу при изменении параметров графика движения поездов на электрифицированных участках с III и IV типом профиля пути / В. Л. Незевак // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – № 1 (61). – С. 156 – 166.
9. Незевак, В. Л. Основные зависимости изменения объема электроэнергии от параметров графика движения поездов на участках постоянного тока с I типом профиля / В. Л. Незевак // Известия Транссиба. – 2017. – № 2 (30). – С. 87 – 99.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Незевак Владислав Леонидович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Доцент кафедры «Электроснабжение
железнодорожного транспорта» ОмГУПС.
E-mail: nezevakwl@mail.ru

Саркенов Советхан Сатжанович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Подвижной состав
электрических железных дорог» ОмГУПС.
E-mail: sovet201@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTORS

Nezevak Vladislav Leonidovich

Omsk State Transport University (OSTU)
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Associate Professor of the Department "Power
supply of railway transport" OSTU.
E-mail: nezevakwl@mail.ru

Sarkenov Sovetkhan Satganovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046, the Russian
Federation.
Post-graduate student of the department
«Rolling stock electric railway» OSTU.
E-mail: sovet201@mail.ru

УДК 799.31

А. Н. Нефедченко, Э. В. Кладов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ТЕХНИКА МЕТКОЙ СТРЕЛЬБЫ ДЛЯ СДАЧИ НОРМ ГТО

Статья посвящена проблемам подготовки человека к выполнению норматива комплекса «Готов к труду и обороне» по стрельбе из пневматической винтовки. В статье приводятся практические рекомендации по обучению техники и получения навыков правильного выполнения приемов стрельбы.

Ключевые слова: комплекс «Готов к труду и обороне», стрельба из пневматической винтовки, техника.

Anatoly N. Nefedchenko, Eduard V. Kladov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, Russian Federation

THE TECHNIQUE OF MARKSMANSHIP FOR THE DELIVERY STANDARDS TRP

The article is devoted to the problems of preparing a person to meet the standard of the complex "Ready for work and defense" for shooting from an air rifle. The article provides practical recommendations for training techniques and obtaining skills for correct execution of shooting techniques.

Keywords: complex "Ready for work and defense", air rifle shooting, equipment.

Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО) с момента его возникновения, становления, развития и на современном этапе имеет широкий спектр социально значимых целей и задач. Большое значение имеет его многоступенчатость и преемственность, и это наиболее ярко прослеживается в системе высшего профессионального образования. Выпускники высшего учебного заведения (вуза) должны быть готовы к профессиональной деятельности, а юноши – к военной службе [1].

Основным военно-прикладным испытанием, включённым в комплекс ГТО, является выполнение упражнения по стрельбе из пневматической винтовки.

Стрельба из пневматической винтовки при сдаче комплекса ГТО производится из положения сидя. Мишень располагается на расстоянии 10 метров от места выстрела.

Для достижения быстрых успехов в меткой стрельбе начинающим стрелкам необходимо добиться прежде всего прочных навыков в правильном выполнении приемов стрельбы. Для этого нужны систематические тренировки с винтовками или с их макетами. Необходимо внимательно следить за правильным выполнением приемов стрельбы и сразу же устранять допущенные ошибки, чтобы они не закрепились [2].

Изготовка для стрельбы. Положение сидя за столом является самым простым и удобным для начального обучения стрельбе (рис. 1). Положение тела стрелка привычное, не требуется почти никакого напряжения, устойчивость винтовки и рук наибольшая, а зарядание винтовки самое удобное.

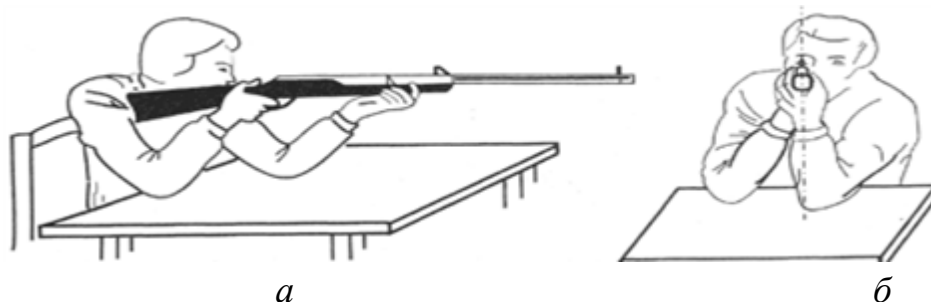


Рисунок 1 – Изготовка для стрельбы сидя за столом с опорой локтями о стол. Винтовка – над левым локтем:

а – вид сбоку; б – вид спереди

Стрелок садится за стол, выбирая наиболее удобное для себя положение. Все тело несколько повернуто вправо (здесь и далее все положения предлагаются для «правшей») от линии прицеливания. Рекомендуется при стрельбе слегка прислоняться грудью к ребру стола, но при этом сохранять свободную позу с минимальным напряжением мышц.

Винтовка должна лежать не на пальцах, а на ладони. Затем наклониться над столом и опереться локтями на стол. При этом левый локоть и плечо должны быть выдвинуты вперед как можно дальше, а левый локоть должен находиться точно под винтовкой. Правый локоть располагают сбоку, ближе к себе. Вставить винтовку затыльником в выемку правого плеча и прижать к нему. Голову опустить на гребень приклада. Ноги стрелок располагает в любом удобном для себя положении [3].

Самопроверка принятого положения заключается в том, что после принятия положения стрелок закрывает глаза на несколько секунд, затем открывает их и проверяет совмещение точек прицеливания. Если оказалось, что мушка винтовки не совпадает с точкой прицеливания, то необходимо уточнить наводку винтовки, но, не нарушая систему «стрелок – оружие», т. е. не сдвигая винтовки относительно тела стрелка.

Если точка наводки винтовки 4 (рис. 2) оказалась сбоку точки прицеливания 6, то надо повернуть все тело вместе с винтовкой вокруг вертикальной оси 2, проходящей через точку опоры левого локтя, до совмещения точки наводки винтовки 4 с точкой прицеливания 6.

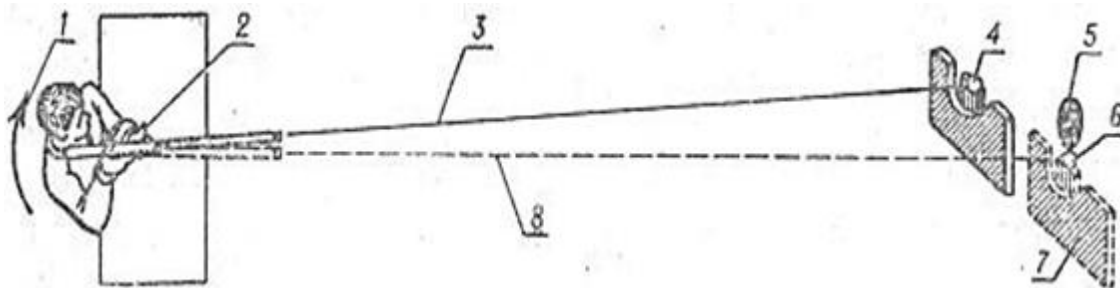


Рисунок 2 – Уточнение наводки винтовки по горизонтали при стрельбе сидя за столом:

- 1– направление поворота корпуса стрелка; 2– ось вращения корпуса стрелка;
- 3 – линия прицеливания до уточнения наводки винтовки; 4 – точка наводки винтовки до уточнения наводки; 5– «яблочко» мишени оказалось справа; 6 – совмещенные точки наводки и прицеливания; 7– расположение прицела после уточнения наводки винтовки;
- 8– линия прицеливания после уточнения наводки винтовки

Если точка наводки винтовки 6 оказалась ниже (выше) точки прицеливания, то надо немного отодвинуться (придвинуться) со стулом от стола, но не сдвигая с места локти.

Меткая стрельба возможна только при однообразной прикладке винтовки для всех выстрелов выполняемого упражнения.

При стрельбе из положения сидя различают высокую или низкую изготровку в зависимости от ближнего или дальнего расположения кисти левой руки.

Преимущества высокой изготровки: прицел находится прямо перед глазом, и прицеливание производится с наименьшим напряжением зрения.

Недостатки высокой изготровки: ухудшается устойчивость положения; так как локти сближены; необходимо напрягаться, чтобы удерживать приподнятую грудь и винтовку; труднее расслаблять мышцы левой руки во время отдыха между выстрелами, а это ухудшает результаты стрельбы.

Преимущества низкой изготровки: более привычное положение спины и шеи; наименьшее напряжение мышц.

Недостатки низкой изготровки: смотреть в прицел приходится исподлобья, что приводит к быстрому утомлению зрения; грудная клетка больше сдавливается, что затрудняет дыхание.

Стрелку рекомендуется разобраться в особенностях изготровки для стрельбы и выбрать наиболее подходящую для него, усвоить и закрепить ее на последующих тренировках.

Размещение приклада в выемке плеча тоже имеет важное значение. Если приклад винтовки окажется выше середины выемки плеча, то увеличивается действие силы отдачи из-за увеличения расстояния между парой сил – отдачи винтовки и сопротивления плеча, и тогда пули попадут выше центра мишени. Если приклад винтовки окажется ниже выемки плеча, то пули попадут ниже центра мишени. Из этого следует, что даже при незначительных изменениях положения приклада в выемке плеча получится большое рассеивание пуль по вертикали.

После прикладки винтовки указательный палец надо наложить первым суставом на спусковой крючок. При этом он не должен касаться ложи винтовки. Локоть правой руки свободно опустить на стол (стойку). Голову немного наклонить вперед и прислониться щекой к гребню приклада.

Касание щеки в одном и том же месте гребня приклада при всех выстрелах обеспечит хорошую кучность стрельбы. Правильное *прицеливание* так же является важнейшим элементом точности стрельбы. В прицеливании

можно выделить две стадии:

- а) предварительная «грубая» наводка
- б) завершающая «тонкая» наводка

Для правильного прицеливания стрелку необходимо выбрать такое положение оружия, при котором мушка находилась бы посередине прорези прицельной планки, а вершина ее была бы на линии верхней плоскости гравки (ровная мушка), и совместить ровную мушку с точкой прицеливания.

Глаз человека не может одновременно видеть прорезь прицела, мушку и точку прицеливания, находящиеся на разном удалении от него. Поэтому начинающим стрелкам желательно сосредоточивать внимание на ровной мушке, а квалифицированным – на точке прицеливания.

Большинство стрелков за точку прицеливания выбирают середину (центр) мишени (при соответствующей «пристрелке» оружия), основное внимание при этом обращается на выдерживание ровной мушки. Такое прицеливание имеет определенное преимущество: мишень будет поражена при любом положении ровной мушки в площади мишени.

Наводить оружие в цель, подводя его к точке прицеливания, можно как снизу вверх, так и сверху вниз. Немаловажное значение для прицеливания имеет сохранение постоянного расстояния от глаза стрелка до прицельной планки и единообразной, стабильной изготровки.

Нажатие на спусковой крючок так же имеет важное значение для точного выстрела. Нажатие на спусковой крючок производят первым суставом указательного пальца правой руки. Нажимать надо плавно, без дерганья, чтобы не сбить наводку винтовки. Очень важно научиться нажимать на спусковой крючок одним указательным пальцем.

Нажатие на спусковой крючок надо производить только тогда, когда точка наводки винтовки будет располагаться на площади воображаемого круга ее мишени. Если точка наводки винтовки вышла из воображаемого круга ее допустимых отклонений, то надо прекратить нажатие на спусковой крючок, но не отпускать его. Затем, когда точка наводки винтовки вернется в воображаемый круг ее допустимых отклонений, снова продолжать плавно нажимать на спусковой крючок.

Не надо волноваться из-за небольших колебаний мушки около точки прицеливания. Эти колебания обязательно имеются у всех стрелков, так как человек физиологически не может неподвижно удерживать точно наведенную винтовку. При этих небольших колебаниях надо стараться удерживать ровную мушку, и тогда отклонения пробойн будут совсем незначительными.

Одна из грубейших ошибок, допускаемых стрелком при производстве выстрела – дерганье, т.е. резкий рывок за спусковой крючок. Причиной, порождающей дерганье за спусковой крючок, является прежде всего так называемое «поддавливание десятки»: стараясь как можно точнее попасть в цель, стрелок неизбежно начинает ловить момент, когда «ровная мушка» в своем колебании проходит под нижним отрезом «яблока» мишени или на непродолжительное время останавливается, замирает.

Еще одной ошибкой, допускаемой стрелком при спуске курка является «затягивание выстрела», т.е. чрезмерно растянутое действие нажатия на спусковой крючок.

Вследствие затягивания выстрела стрелку не хватает воздуха при задержке дыхания, глаз утомляется и острота зрения снижается. Кроме того, из-за утомления мышц изготовка теряет устойчивость. Спортсмен производит нажатие на спусковой крючок в неблагоприятных условиях, когда колебания оружия увеличиваются, а глаз плохо замечает ошибки в прицеливании. Затягивание выстрела бывает вследствие чрезмерно осторожного, медленного нажатия на спусковой крючок, порождаемого большей частью боязнью произвести плохой выстрел.

Стрелок перед нажатием на спусковой крючок должны задерживать дыхание на 15 – 20 секунд. Перед задержкой дыхания рекомендуется вентиляция легких, для чего во время изготовки надо сделать два – три вдоха, но не больше. Задерживать дыхание надо на выдохе. При этом необходимо выработать привычку задержки дыхания при одном и том же объеме легких. Если стрелок чувствует, что выстрелить за время задержки дыхания он не успевает, то надо повторить весь цикл действий снова.

Список литературы

1. Зиамбетов, В. Ю. Подготовка студентов к выполнению нормативов по пулевой стрельбе в рамках физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» / В. Ю. Зиамбетов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4.
2. Кашибадзе, А. Г. Подготовка детей к сдаче ГТО по стрельбе / А. Г. Кашебадзе // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». – 2018. – №5(21).
3. Очаковский, Д. И. Методические рекомендации для кадет ГБОУ НКК ПФО имени Генерала армии Маргелова В. Ф. при сдаче нормы ГТО по стрельбе / Д. И. Очаковский. – Истомино, 2019.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нефедченко Анатолий Николаевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел.: (3812) 30-34-13.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Кладов Эдуард Владимирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Кандидат педагогических наук, доцент
кафедры «Физическое воспитание и спорт»
ОмГУПС.
Тел.: (3812) 30-34-13
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nefedchenko Anatoly Nikolaevich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Senior Lecturer at the Department of "Physical
Education and Sport" OSTU.
Phone.: (3812) 30-34-13.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Kladov Eduard Vladimirovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000, the Russian
Federation.
Candidate of Pedagogical Sciences, Docent at
the Department of "Physical Education and
Sport" OSTU.
Tel. : (3812) 30-34-13.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

УДК 796. 894

А. Ю. Переплеткин, А. А. Клименко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СИЛОВАЯ ПОДГОТОВКА В ГИРЕВОМ СПОРТЕ СРЕДСТВАМИ СИЛОВОГО ТРОЕБОРЬЯ (ПАУЭРЛИФТИНГ)

В статье рассматриваются особенности тренировочного процесса гиревиков, факторы влияющие на возможность применения средств силового троеборья при подготовке к соревнованиям.

Ключевые слова: силовая подготовка, гиревики, пауэрлифтинг.

A. A. Klimenko, A. U. Perepletkin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

POWER PREPARATION IN GYREVESPORT MEDIA POWER TROIBORY (POWERLIFTING)

The article examines the features of the training process of gyreviques, factors influencing the possibility of using force triathlon in preparation for the preparation for Competition.

Keywords: strength training, gears, powerlifting.

Спортсмены в гиревом спорте, для достижения высоких спортивных результатов, не останавливаются на какой-то одной специфической данному виду спорта нагрузке, включают в свои тренировки различную направленность физической подготовки.

Проблема исследования заключается в том, что в последнее время значительно возросла конкуренция в гиревом спорте. Высококвалифицированному спортсмену невозможно показывать максимальный результат в течение всего года. Следовательно, необходимо организовывать тренировочный процесс таким образом, чтобы выходить на пик формы в четко указанный период и при этом сохранять адаптационные возможности для возможности повышения результата в последующих соревнованиях.

В гиревом спорте нет научного обоснования методики развития физических качеств, необходимых для успешной соревновательной деятельности высококвалифицированных гиревиков. В связи с этим имеется необходимость обоснования тренировочных методик, направленных на развитие силовой выносливости. Актуальность исследования определяется необходимостью совершенствования методики спортивной подготовки высококвалифицированных гиревиков.

В качестве основных средств силовой подготовки спортсменов гиревиков выступают упражнения с отягощениями. Выбор веса отягощения и других параметров тренировочной нагрузки зависит от поставленных задач и варьируется в широком диапазоне. Подбор тренировочных средств и параметров нагрузки должен осуществляться на основе динамического соответствия соревновательным формам движений [1,2].

Специфическое отличие силовой подготовки гиревиков заключается в том, что упражнения выполняются со значительным внешним отягощением и высокой мощностью. Работа выполняется до мышечного отказа или сильного утомления. Продолжительность работы в отдельном упражнении весьма кратковременна и составляет от 5-6 сек до 1 мин (при тренировке медленных мышечных волокон). Работа силового характера осуществляется за счёт анаэробных механизмов энергообеспечения, в конце работы в нагружаемых мышцах происходит значительное скопление продуктов обмена (при сравнительно продолжительной работы) или сильное утомление центральной нервной системы (при кратковременной работе с максимальными и

субмаксимальными отягощениями). Вес отягощения, в зависимости от специфики упражнения и подготовленности спортсмена, может колебаться от 50% - 60% до 90 - 95% от max.

В рамках силовой тренировки гиревиков целенаправленная основная работа осуществляется в двух направлениях: преимущественное совершенствование центрально-нервного компонента силовых способностей и работа направленная на преимущественный рост мышечного компонента силовых способностей.

Результат целенаправленной тренировочной работы в рамках первого направления в основном выражается в повышении скорости и мощности работы мышц за счёт совершенствования внутримышечной координации, повышения мощности анаэробных механизмов энергообеспечения. Тренировочная работа в отдельном подходе весьма непродолжительна (около 10 сек) и выполняется с высокой мощностью. Основную нагрузку в данном случае несёт центральная нервная система, в работающих мышцах не наблюдается значительного скопления продуктов обмена. Вес отягощения в упражнениях с преодолевающим режимом работы мышц составляет 80-90% (1-3 повтора) и 85-95% в упражнениях со статическим или уступающим режимом работы мышц (однократное изометрическое напряжение 5-6 сек или медленная уступающая работа длительностью 5-6 сек). Интервалы отдыха достаточно продолжительны и могут составлять 4-5 минут между подходами (до полного восстановления). Учитывая высокую мощность работы и значительную нагрузку на центральную нервную систему, работа в данном направлении выполняется значительно реже, чем во втором направлении. Как правило, тренировочная работа такого характера не приводит к значительной гипертрофии мышц.

В результате работы в рамках второго направления адаптационные изменения преимущественно выражаются в миофибриллярной гипертрофии быстрых и медленных мышечных волокон, повышении ёмкости анаэробных механизмов энергообеспечения, совершенствовании межмышечной координации. При проработке мышечного компонента работа носит более продолжительный характер (30-60 с) и выполняется с более низкой мощностью. Основная тренировочная нагрузка приходится на мышечную систему. Упражнения выполняются до значительного утомления или полного отказа тренируемых мышечных групп. Продолжительность работы в отдельном подходе в основном лимитируется биохимическими сдвигами, возникающими в нагружаемых мышцах в ходе тренировки. По окончании выполнения упражнения в

работающих мышцах происходит значительное скопление продуктов обмена (молочной кислоты). Вес отягощения в упражнениях с преодолевающим режимом работы мышц, при целенаправленной силовой тренировке быстрых мышечных волокон составляет в среднем 70-80% (от 6 до 12-15 повторов) и 50-60% (12-15 повторов) при силовой тренировке медленных мышечных волокон.

В упражнениях со статическим и уступающим режимом работы мышц вес отягощения составляет 80-95% (однократное изометрическое напряжение 5-6 сек или медленная уступающая работа длительностью 3-5 повторов по 5-6 сек каждый). Работа над мышечным компонентом спортсменов-гиревиков наиболее широко применяется в рамках силовой тренировки и является ведущей [3].

Следует заметить, что два вышеописанных подхода, как правило, взаимосвязаны и взаимообусловлены. Полностью изолированная тренировочная работа над отдельными компонентами силовых способностей практически невозможна, речь может идти только о преимущественной направленности. Методически оправданным также может быть периодическое чередование в рамках тренировочного процесса гиревика работы в рамках обоих направлений, что позволяет значительно повысить эффективность силовой подготовки.

Стоит отметить необходимость учета особенностей тренировки быстрых и медленных мышечных волокон у гиревиков для более успешной подготовки к соревнованиям.

Для целенаправленной силовой подготовки быстрого типа мышечных волокон у гиревиков подходит стандартная методика силовой тренировки. Мышечная работа по своему характеру мощная и кратковременная, вес отягощения составляет от 70% и выше. Упражнение выполняется до мышечного отказа либо до значительного утомления. Режим работы мышц характеризуется наличием фаз напряжения и расслабления, скорость и темп выполнения упражнения произвольный, продолжительность отдыха между подходами от 2 до 5 минут (зависит от сложности упражнения).

Для целенаправленной силовой подготовки быстрого типа мышечных волокон у гиревиков необходимо использовать несколько иную методику тренировки. Из-за высокой выносливости и сильной устойчивости к биохимическим сдвигам медленных волокон, стандартная методика силовой подготовки является неэффективной для их развития.

Выполнение силовых упражнений по стандартной схеме не вызывает в медленных мышечных волокнах сильных биохимических сдвигов, что в конечном итоге не приводит к росту силовых показателей данного типа мышечных волокон.

Оптимальным в данном случае будет выполнение упражнений в статодинамическом режиме, при таком режиме мышцы работают без фазы расслабления и постоянно напряжены, амплитуда движения при этом ограничена – без конечной и начальной фазы (в которых напряжение мышц минимально и наличествуют фазы расслабления). Скорость и темп выполнения упражнения низкий, вес отягощения в диапазоне 50% - 60% от максимума. Работа выполняется до возникновения сильного жжения в работающих мышцах (критерий правильности выполнения упражнения). Продолжительность работы не более 1 минуты(чаще всего работа длится 40-50 сек). Продолжительность отдыха между подходами не более 40-60 секунд.

Использование статодинамических упражнений обусловлено отсутствием в их структуре фазы расслабления, что обеспечивает сжатие кровеносных сосудов в работающих мышцах и препятствует удалению с кровотоком продуктов обмена, что позволяет обеспечить сильные биохимические сдвиги в данных типах волокон. Низкие скорость и темп выполнения движения обусловлены необходимостью воспрепятствовать вовлечению в работу быстрых волокон и обеспечить более точную адресацию нагрузки. Продолжительность работы лимитирована необходимостью избежать развития переутомления у спортсменов. Сравнительно короткие интервалы отдыха между подходами необходимы для обеспечения биохимических сдвигов необходимой величины. Чувство жжения, возникающее в ходе выполнения статодинамических упражнений, является сигналом свидетельствующим о достаточности нагрузки. Необходимо учитывать индивидуальные возможности организма высококвалифицированных гиревиков и уровень их адаптационных способностей.

Также в гиревом спорте наиболее широко представлены *комплексные упражнения*. Включенные в тренировку гиревиков комплексные упражнения оказывает тренирующее воздействие на все основные мышечные группы спортсмена. Из-за включения в работу значительного количества мышц данные упражнения как правило выполняются с большими весами. Движения характеризуются широкой амплитудой, высокой скоростью, наличием фаз инерции. Работа мышц в комплексных упражнениях носит взрывной характер, с быстрым переключением от преодолевающей к уступающей работе. В силу специфики данных упражнений при их выполнении на организм оказывается мощное тренировочное воздействие, более значительное чем при выполнении обычных упражнений. Наиболее нагружаемыми мышцами в данных упражнениях обычно являются ноги и спина. Как правило при выполнении таких упражнений сравнительно быстро наступает утомление, поэтому

практикуют обычно 5-10 кратные подьёмы.

При использовании данных упражнений, с целью снижения риска получения травм у спортсменов, рекомендуется соблюдать следующие правила:

- перед работой со значительными тренировочными весами необходимо освоить основные элементы техники данных упражнений;
- перед выполнением упражнения во избежание срыва захвата в обязательном порядке использовать мел, магнезию или кистевые ремни;
- в ходе выполнения комплексных упражнений необходимо постоянно сохранять прогиб в поясничном отделе позвоночника и по возможности не допускать отклонения туловища назад;
- не выполнять комплексные упражнения с предельными и околопредельными весами, рекомендуемое число повторов 5-10 раз.

Исходя из вышесказанного необходимо учитывать уровень и компоненты тренировочной нагрузки, специфику упражнений при планировании тренировочных занятий в конкретный период тренировочного цикла гиревиков.

Список литературы

1. Воронков А.В., Беляев И.С., Дорохин А.Ю., Кандабар А.Н. Методика спортивной подготовки высококвалифицированных гиревиков // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5.;
2. Тихонов, В.Ф Основы гиревого спорта: обучение двигательным действиям и методы тренировки / В.Ф. Тихонов, А.В. Суховой, Д.В. Леонов: уч. пособие. – М.: Советский спорт, 2009. – 222 с.
3. Ткачёв В.В. Основы техники, терминология и классификация упражнений, применяемых в тренировочном процессе в тяжёлой атлетике, пауэрлифтинге и гиревом спорте: Уч. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДвГАФК, 2004. – 33 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Клименко Анна Александровна
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел: 30-34-13.
E-mail: annaklimenko85@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Klimenko Anna Aleksandrovna
Omsk State Transport University (OSTU)
Marx Ave., d. 35, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Senior lecturer of the Department
"Physical education and sport" OSTU.
Tel: 30-34-13.
E-mail: annaklimenko85@mail.ru

Переpletкин Александр Юрьевич
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.
Старший преподаватель кафедры
«Физическое воспитание и спорт» ОмГУПС.
Тел: 30-34-13.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

Perepletkin Alexander Yurievich
Omsk State Transport University (OSTU)
Marx Ave., d. 35, Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Senior lecturer of the Department
"Physical education and sport" OSTU.
Tel: 30-34-13.
E-mail: fvs-omgups@yandex.ru

УДК 620.192.63

П. К. Шкодун, И. В. Шестаков, А. Д. Галеев, М. С. Романов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

МОДИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЯКОРНЫХ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ВОЛНОВОГО ОТКЛИКА

В статье приведены результаты работ, направленных на модификацию разработанного устройства диагностирования состояния электрической изоляции якорных обмоток тяговых электродвигателей. Приведены результаты исследований, направленных на поиск методов выявления множественных повреждений изоляции и способов быстрой локализации указанных повреждений.

Ключевые слова: волновой отклик, изоляция электрических машин, межвитковое замыкание, неразрушающий метод диагностирования, цифровая обработка сигнала, импульсный метод диагностирования, унифицированная методика тестирования межвитковой изоляции, диагностика множественных повреждений изоляции.

Pavel K. Shkodun, Ignat V. Shestakov, Albert D. Galeev, Mihail S. Romanov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

MODIFICATION OF THE DIAGNOSTIC DEVICE FOR THE CONDITION TRACTION ELECTRIC MOTORS ANCHOR WINDING ELECTRIC INSULATION BY THE WAVE RESPONSE METHOD

The article presents the results of work aimed at modifying the developed device for diagnosing the traction electric motors anchor windings electrical insulation state. The results of studies aimed at finding methods for detecting multiple insulation faults and methods for quickly localizing these faults are presented.

Keywords: wave response, isolation of electrical machines, interturn circuit, non-destructive diagnostic method, digital signal processing, pulse diagnostic method, unified testing technique of interturn isolation, diagnostics of multiple insulation faults.

Для выявления особенностей физических процессов в якорных обмотках электродвигателей с множественными повреждениями унифицирована методика диагностирования электрической изоляции якорных обмоток электродвигателей, разработана избыточная аппаратная платформа комплекса, позволяющая помимо базовых функций выполнять:

- запись временных диаграмм изменения сигнала с настраиваемой дискретизацией;
- запись круговых диаграмм амплитудных и временных характеристик волновых откликов;
- подачу диагностических импульсов и фиксацию волновых откликов по двум независимым каналам.

Функционирование аппаратной части разработанного устройства обеспечивается специализированным программным обеспечением.

В целях повышения достоверности диагностирования повреждений электрической изоляции якорных обмоток различной природы и выявления особенностей процесса диагностирования машин различной конструкции, на базе сервисного локомотивного депо Московка (г. Омск) проведен комплекс эксплуатационных испытаний. По результатам испытаний были установлены оптимальные значения параметров диагностических импульсов для тестирования тяговых и вспомогательных электрических машин, уточнены и занесены в память комплекса формы эталонных откликов. На рис. 1 представлен интерфейс основного рабочего пространства устройства диагностирования.

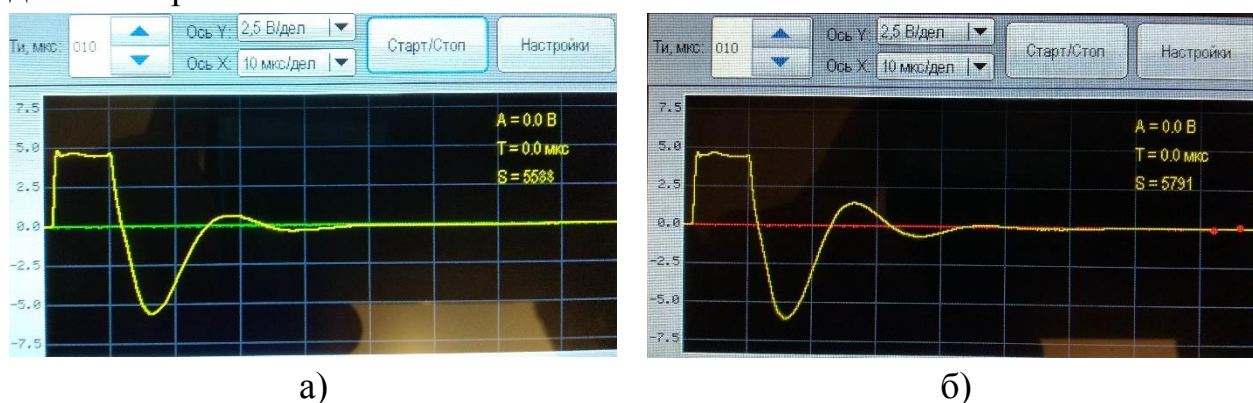


Рисунок 1 – Форма эталонных откликов на экране устройства для различных ТЭД:
а) ТЛ-2К; б) ЭД-810

Методика диагностирования состояния изоляции якорных обмоток унифицирована для тестирования якорных обмоток тяговых электродвигателей серий ТЛ-2К, ЭДП-810, ЭК-810Ч, ЭД-107.

Программно реализован метод сравнения формы зафиксированного волнового отклика с эталонной путем подсчета площади полигонов, не перекрываемых эталоном. Экспериментально установлены и занесены в память устройства пороги значений, соответствующих состояниям «годен» и «не годен» по признаку отличия формы сигнала от эталона.

В процессе диагностирования базовые реализации волновых откликов фиксируются автоматически, текущие параметры волнового отклика постоянно отображаются в правом верхнем углу рабочей области экрана. Зафиксированные базовые реализации отображаются на экране в виде красной и синей линий. После остановки процесса диагностирования путем нажатия кнопки «Старт/Стоп» на экран устройств выводятся диагностические параметры (рис. 2).

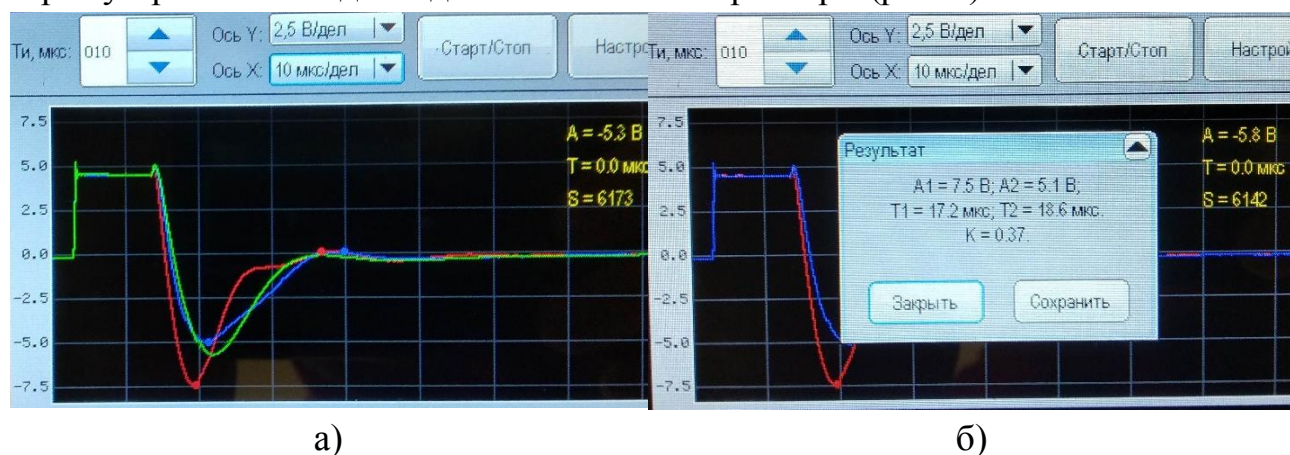


Рисунок 2 – Информация на дисплее устройства при:

- а) фиксации базовых реализаций волновых откликов в процессе работы устройства;
- б) выводе на экран результатов диагностирования

Для автоматизации процесса фиксации угловых диаграмм в состав устройства добавлен автономный блок определения углового положения якоря. Таким образом, для определения состояния якоря в укрупненных термах «годен», «не годен» последовательно выполняется анализ базовых реализаций волновых откликов с вычислением обобщенного диагностического коэффициента [1, 2], анализ формы угловой диаграммы амплитуды откликов, анализ формы отклика [3].

В ходе лабораторных исследований на тяговом двигателе типа ЭД-107 экспериментально подтверждена возможность обнаружения нескольких повреждений путем анализа угловых диаграмм амплитуды волновых откликов.

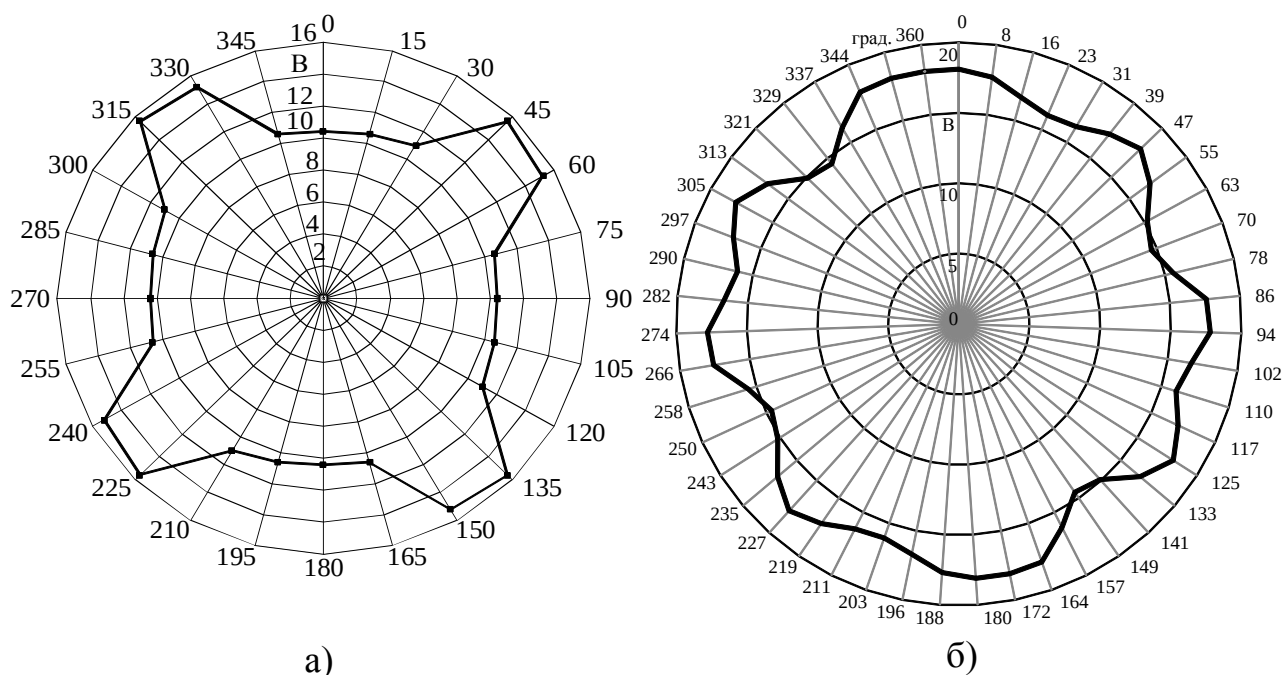


Рисунок 3 – Угловые диаграммы амплитуды волновых откликов при наличии:
а) одного повреждения изоляции якорной обмотки ТЭД; б) двух повреждений изоляции
якорной обмотки ТЭД

На приведенных рисунках видно, что в случае возникновения единичного повреждения изоляции на одно полюсное деление машины (в нашем случае $p = 4$) приходится один локальный минимум амплитуды, при наличии двух повреждений – 2. Следует отметить, что обнаружение повреждений по форме угловой диаграммы может быть затруднено, если возникшие повреждения изоляции расположены в одной локальной области относительно коллекторных пластин.

Для повышения чувствительности метода в части локализации повреждений более рациональным способом является анализ круговых диаграмм значений обобщенного диагностического коэффициента, рассчитанных относительно эталонных значений параметров волновых откликов для конкретного типа электродвигателя (рис. 4) [4].

С целью разработки методики тестирования изоляции тяговых двигателей, в условиях эксплуатации проведена серия испытаний, в ходе которых волновые отклики фиксировались в периоды снятия рабочего питания со щеток (на выбеге). Результаты исследований позволяют говорить о возможности применения устройства для непрерывного диагностирования.

Для реализации режима «Эксплуатационный контроль» в состав устройства добавлен датчик напряжения, позволяющий избежать ошибочного включения измерительного канала устройства к щеткам в рабочем режиме двигателя.

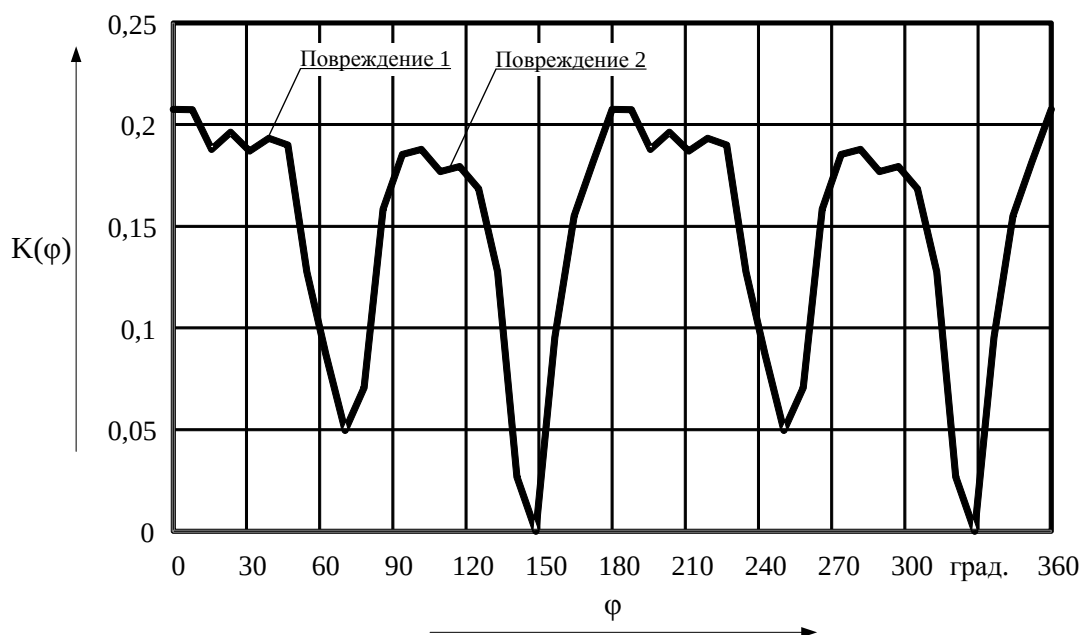


Рисунок 4 – Угловая диаграмма $K(\varphi)$ при наличии двух повреждений изоляции

Оценочные исследования применимости разработанной методики проведенные на базе сервисного локомотивного депо Московка показали, что доля выявления повреждений изоляции якорной обмотки - 95%, множественных повреждений – 24%.

В ходе эксплуатационных испытаний собрано более 1000 реализаций волновых откликов.

Разработанное в результате работы устройство является полноценным аппаратно-программным комплексом, адаптированным для массового производства и обладающим необходимым набором инструментов для использования по назначению, калибровки и поверки.

Список литературы

1. Харламов, В. В. Методика диагностирования изоляции электродвигателя по методу волнового отклика с учетом конструкции якорной обмотки [Текст] / В. В. Харламов, П. К. Шкодун, И. В. Шестаков // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы второй всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омск: Омский государственный ун-т путей сообщения, 2016. – С. 37 – 44.
2. Харламов, В. В. Испытательный стенд для тестирования межвитковой изоляции якорной обмотки тяговых электродвигателей подвижного состава [Текст] / В. В. Харламов, П. К. Шкодун, И. В. Шестаков // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного

подвижного состава: Материалы третьей всероссийской научно-технической конференции с международным участием в трех частях. Ч. 1. – Омск: Омский государственный ун-т путей сообщения, 2015. – С. 90 – 95.

3. Harlamov, V. V. Improvement of the Methodology for Improvement of the Turn-to-Turn Short Circuit Detection in the Driving Motor Anchor Winding / V. V. Harlamov, I. V. Shestakov, P. K. Shkodun // Advances in Intelligent Systems and Computing 19th International scientific conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport. EMMFT 2017. – Khabarovsk; Russian Federation. – 2018. – pp. 24 – 30.

4. Шкодун, П. К. Применение метода волнового отклика для выявления повреждений межвитковой изоляции якорных обмоток вспомогательных машин тягового подвижного состава железных дорог [Текст] / П. К. Шкодун, И. В. Шестаков, А. И. Стретенцев // Известия Транссиба / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2016. – № 3 (27). – С. 76 – 83.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шкодун Павел Константинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электрические машины и общая
электротехника» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Шестаков Игнат Валентинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Преподаватель кафедры «Автоматика и
телемеханика» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: igndrag@gmail.com

Галеев Альберт Дамирович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,
Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электрические машины
и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shkodun Pavel Konstantinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644000,
the Russian Federation.

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the
department «Electrical machines and general
electrical engineering» OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Shestakov Ignat Valentinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644000,
the Russian Federation.

Lecturer at the Department «Automatics and
Telemechanics» OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: igndrag@gmail.com

Galeev Albert Damirovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644000,
the Russian Federation.

Post graduate student at the Department of
«Electrical machinery and General electrical
engineering» OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Романов Михаил Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: mihalich9992@yandex.ru

Romanov Mihail Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644000,

the Russian Federation.

Post graduate student at the Department of «Electrical machinery and General electrical engineering» OSTU.

Phone: +7 (3812) 31-18-27.

E-mail: mihalich9992@yandex.ru

УДК 621.313.8

П. К. Шкодун, А. С. Огневский

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ КОММУТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

В статье проведен анализ влияния переходных режимов работы на условия коммутации электрических машин постоянного тока. Предложен критерий для количественной оценки склонности электрических машин постоянного тока к искрению в переходных режимах работы.

Ключевые слова: электрическая машина, коммутация, переходный процесс, критерий.

Pavel K. Shkodun, Andrey S. Ognevskiy

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF DC MASHINES COMMUTATION STABILITY IN TRANSITION OPERATIONS CRITERION

The article analyzes the influence of transient modes of operation on the switching conditions of electric DC machines. A criterion is proposed for a quantitative assessment of the tendency of DC electric machines to spark in transient conditions.

Keywords: electric machine, commutation, transient, criterion.

Статистика отказов оборудования электроподвижного состава (ЭПС) показывает, что тяговый электродвигатель (ТЭД) является одним из наименее

надежных узлов. Анализ данных по отказам ТЭД позволяет сделать вывод о том, что основными причинами отказов являются пробой изоляции и возникновение круговых огней по коллектору [1].

Возникновение круговых огней по коллектору происходит в связи с особенностями условий эксплуатации ТЭД ЭПС и в современных электровозах имеет ряд особенностей. Имеется значительный диапазон скорости вращения якоря ТЭД при обычных условиях эксплуатации, а особенно при боксовании колесной пары. Значение тока якоря ТЭД может превышать двукратное значение номинального тока, при этом подобные условия могут возникать неоднократно во время поездки, а также при трогании локомотива с тяжеловесным составом. В этом случае возникает различная токовая загрузка ТЭД, поскольку электродвигатели имеют различные электромеханические характеристики. В осенне-зимний и весенний период ТЭД испытывает значительные динамические нагрузки со стороны пути, на работу электродвигателя оказывает влияние изменение температуры окружающей среды, наличие загрязнений и пыли, попадающей внутрь электродвигателя. Схемные решения электровозов осуществляют коммутацию ТЭД, что приводит к появлению переходных режимов работы, сопровождающихся значительными величинами нарастания и спада якорного тока, а также возникающими при этом перенапряжениями в ТЭД. Возникают неустойчивости работы ТЭД при отрывах токоприемника от контактного провода с последующим восстановлением контакта. [2]. ТЭД во время движения поезда значительную часть времени работают в неуставившихся режимах, вызванных изменениями профиля пути, переключениями позиций на контроллере машиниста, изменением уровня напряжения в контактной сети, возможны также условия возникновения различных аварийных режимов [2].

Согласно методике проведения приемо-сдаточных испытаний машин постоянного тока [3] ТЭД испытываются в режимах, близких к стационарным. При этом повышение и понижение напряжения на испытуемых ТЭД и величины нагрузки осуществляется плавно. Такой подход к проведению испытаний не в полной мере соответствует условиям эксплуатации ТЭД.

В целях повышения достоверности диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла ТЭД предлагается испытывать их в условиях, близких к эксплуатационным, т. е. в переходных режимах работы.

С целью исследования влияния нестационарных режимов работы на процесс коммутации в коллекторных машинах постоянного тока в лаборатории кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС

разработана экспериментальная установка, структурная схема которой представлена на рис. 1. В состав экспериментальной установки входят: две машины типа 2ПБ90МГУХЛ4, измерительные приборы, нагрузочный реостат.

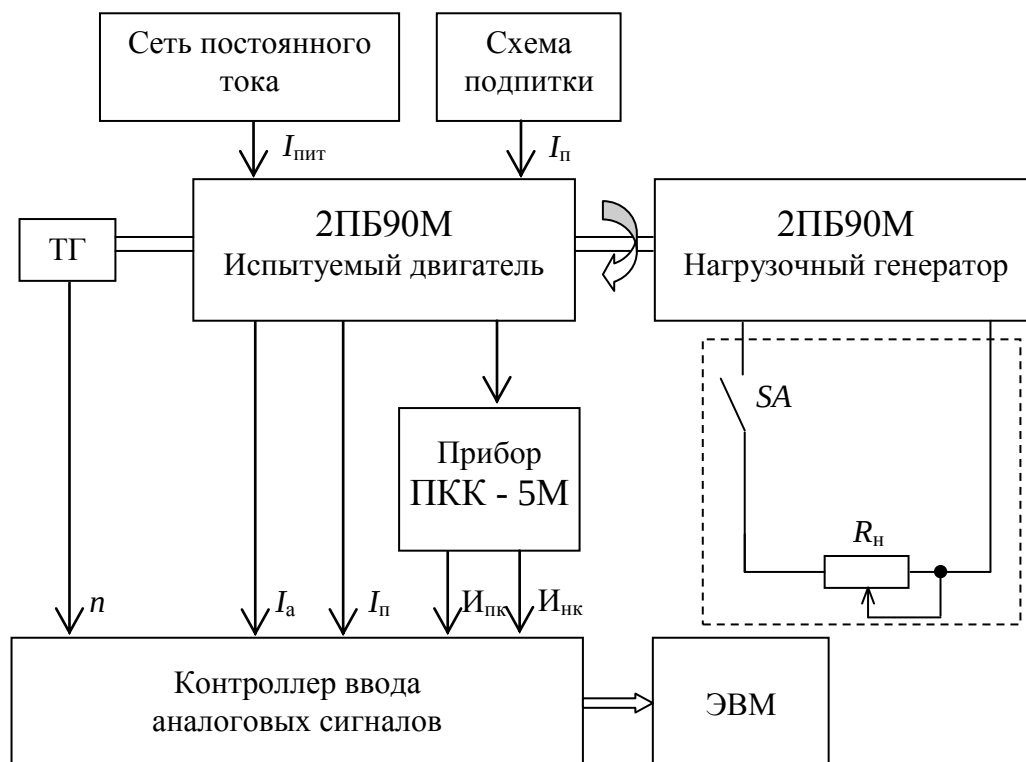


Рисунок 1 – Структурная схема экспериментальной установки

Одна из машин, подключенная к сети постоянного тока, работает в режиме двигателя, а другая – генератором на нагрузочный реостат. Характер коммутации и интенсивность искрения щеток испытуемого двигателя задается с помощью схемы подпитки/отпитки добавочных полюсов. Уровень искрения от пере- и недокоммутированных секций машины, работающей в режиме двигателя, контролировался прибором ПКК-5, подключенным к разнополярным щеткам. Частота вращения двигателя n определялась с помощью тахогенератора ТГ, установленного на валу машины. Аналоговые сигналы подавались на вход контроллера ввода аналоговых сигналов, выход которого подключался к ЭВМ, и при помощи специализированного программного обеспечения осуществлялось формирование массивов данных [4].

Во время проведения эксперимента моделировался режим работы, свойственный ТЭД при движении локомотива по горному профилю пути, т. е. соответствующий изменению нагрузки. Такой режим работы осуществлялся путем введения в цепь нагрузочного генератора части нагрузочного реостата с

последующим его выведением. Графики изменения тока якоря и уровня искрения представлены на рис. 2, 3.

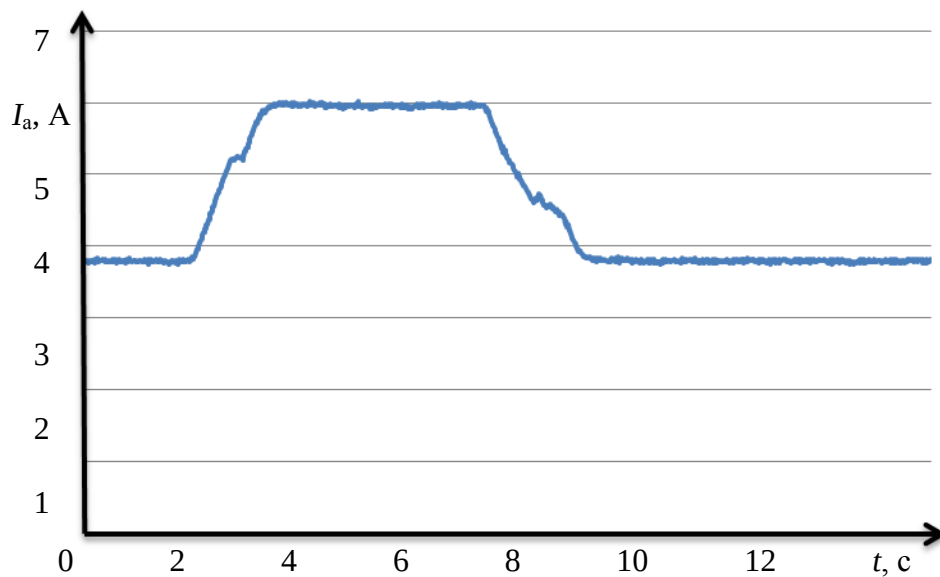


Рисунок 2 – График изменения тока якоря при переходном процессе

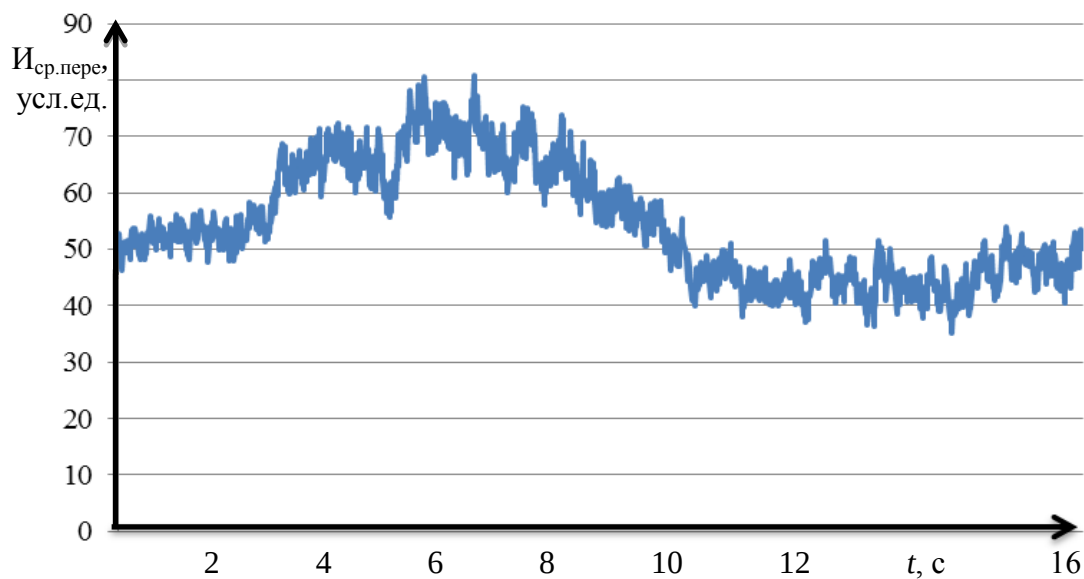


Рисунок 3 – График изменения уровня искрения от перекоммутированных секций при переходном процессе

При быстром увеличении тока якоря (набросе) происходит увеличение уровня искрения по недокоммутированным секциям $A_{нк}$. При быстром снижении тока якоря (сбросе) происходит увеличение уровня искрения по перекоммутированным секциям $A_{пк}$. Это объясняется тем, что наброс тока сопровождается замедленной коммутацией, а сброс – ускоренной. При этом,

если производная тока якоря dI/dt при набросе и сбросе тока остается одинаковой, то уровень искрения при набросе оказывается значительно большим, т. е. $A_{нк} > A_{пк}$. Это объясняется тем, что ЭДС рассогласования Δe при сбросе тока оказывается меньшей, чем при набросе. Кроме этого, коммутающая способность электрической щетки в области замедленной коммутации несколько ниже [5].

Для оценки коммутационной устойчивости машин постоянного тока при работе в переходных режимах предложен критерий, определяемый по выражению:

$$K = \frac{\int_0^t A_{нк(пк)}(t) dt}{dI / dt}, \quad (1)$$

где dI/dt – производная тока якоря по времени; $A_{нк(пк)}$ – средний уровень искрения по недокоммутированным или перекоммутированным секциям (в зависимости от характера коммутации); t – время переходного процесса.

По результатам проведенного эксперимента был проведен расчет предложенного критерия для двух переходных режимов работы и получены следующие результаты:

$$K \uparrow = 16,3,$$

$$K \downarrow = -12,51.$$

Предложенный критерий характеризует склонность машины к интенсивному искрению в переходных режимах работы. Для первого случая полученное значение оказалось больше – это говорит о том, что при набросе нагрузки испытываемая машина более склонна к искрению, чем при сбросе. Отрицательное значение критерия означает, что расчет выполнен для переходного процесса с отрицательным значением первой производной тока якоря по времени, т. е. при сбросе нагрузки.

Результаты проведенных исследований выявили возможность сравнительной оценки степени склонности машины к искрению в переходных режимах работы. Для количественной оценки критерия степени коммутационной устойчивости необходимо проведение дальнейших исследований.

Список литературы

1. Харламов, В. В. Выбор диагностических параметров для мониторинга состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей подвижного состава / В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. С. Огневский // Технологическое

обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы IV Всеросс. научно-техн. конф. с междунар. участием / Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 217 – 222.

2. Шилер, В. Г. Исследования влияния режимов вождения поездов на характер коммутации тяговых двигателей электровозов постоянного тока [Текст] / В. Г. Шилер // Коммутация коллекторных электрических машин (теория и практика): Научные труды Омского ин-та инж. ж.-д. транспорта. – Омск, 1972. – С. 26 – 55. – 133 т.

3. ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия.

4. Харламов, В. В. Диагностирование состояния коммутации коллекторных электродвигателей с использованием прибора ПКК-5М/ В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. П. Афонин // Известия Транссиба / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения. – 2011. – С. 52 – 57.

5. Карасев, М. Ф. Коммутация машин постоянного тока в переходных режимах работы [Текст] / М. Ф. Карасев, В. Д. Авилов, А. И. Изотов // Коммутация коллекторных электрических машин (теория и практика): Научные труды Омского ин-та инж. ж.-д. транспорта. – Омск, 1972. – С. 3 – 19. – 133 т.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шкодун Павел Константинович

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

Тел.: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Огневский Андрей Сергеевич

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).

Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644046,

Российская Федерация.

Аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ОмГУПС.

E-mail: emoe@omgups.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shkodun Pavel Konstantinovich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Ph.D. in Technical Sciences, the senior lecturer of the department «Electrical machines and general electrical engineering» OSTU.

Phone: (3812) 31-18-27.

E-mail: emoe@omgups.ru

Ognevskiy Andrey Sergeevich

Omsk State Transport University (OSTU).

35, Marx av., Omsk, 644046,

the Russian Federation.

Graduate student of the department «Electrical machines and general electrical engineering» OSTU.

E-mail: emoe@omgups.ru

В. П. Шпалтаков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРОЕКТ ПРОБЛЕМНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОНОМИКИ В ВУЗЕ

В статье рассматривается необходимость широкого использования проблемного метода ведения занятий (лекций и семинаров). Это диктуется тем, что в реальной экономике накопилось множество нерешенных проблем, сдерживающих хозяйственный прогресс и рост доходов населения страны. Раскрываются методы преподавания учебного материала уже решенных наукой проблем как вновь решаемых, а также реальных нерешенных проблем экономического развития страны.

Ключевые слова: теоретические проблемы, проблемы реальной экономики, методы рассмотрения проблем.

Vladimir P. Shpaltakov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DRAFT PROBLEM TEACHING ECONOMICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

The article discusses the need for widespread use of the problematic method of conducting classes (lectures and seminars). This is dictated by the fact that in the real economy many unresolved problems have accumulated that hamper economic progress and the growth of the country's population incomes, methods for teaching teaching material to problems already solved by science as newly solved, as well as real unresolved problems of the country's economic development, are revealed.

Keywords: theoretical problems, problems of the real economy, methods for addressing problems.

В настоящее время российская экономика находится в трудном состоянии: начиная с 2014 г. она прошла фазу кризиса и застоя, и только в 2018 г. началось небольшое оживление её. В стране накопилось множество нерешенных проблем, препятствующих экономическому росту. К ним относятся такие значимые проблемы, как низкая эффективность государственного управления экономикой в силу его бюрократизации и коррумпированности, неблагоприятный инвестиционный климат, архаичность

налоговой системы, слабость банковской сферы, однобокое, преимущественно сырьевое развитие экономики, отставание российской науки и образования от развитых стран, слабое развитие малого бизнеса, громадный разрыв в доходах населения, большие препятствия во внешних отношениях и другие. Невозможно осуществлять преподавание экономической теории, абстрагируясь от острых проблем нашей экономики. Это значило бы обучать специалистов, которые, придя в хозяйственные организации, были бы совершенно не готовы понимать смысл существующих реальных проблем и умения их решать.

В советский период преподавание в вузах, как правило, строилось на передаче преподавателем утвержденной и выверенной информации в области экономической теории и практики. Она должна была соответствовать положениям марксизма и коммунистической партии. Самостоятельная оценка теории и практики не требовалась ни от преподавателей, ни от студентов, более того, она просто пресекалась партийными органами. Всё это приводило к догматическому стилю обучения студентов экономике. В настоящее время нет никаких идеологических препятствий в самостоятельной трактовке преподавателями и студентами теории и практики хозяйствования, однако по-прежнему господствует информационно-дидактический метод преподавания. Причина этого заключена частично в сохранении прежней традиции преподавания, а частично в том, что современная экономическая теория очень сложна, а практика от многих преподавателей оторвана, далека. Следует учитывать ещё одно обстоятельство: российские учебники по экономике формировались на основе созданных известными зарубежными авторами – П. Самуэльсоном, К. Р. Макконнеллом, С. Л. Брю, Д. Н. Хайманом, Э. Дж. Доланом, М. Х. Месконом, П. Хейне и др. В этих учебниках акцент делался на чистой теории и частично – на рассмотрении американской экономики. Многих российских проблем в западной экономике просто нет. Российские учебники дают общетеоретический материал (принципы, законы, тенденции, механизмы, типы рыночных структур и т. д.), но явно недостаточно уделяют внимание теоретическому объяснению реальных проблем экономики и путей их разрешения. Причины две: 1) требуется оригинальная трактовка, а это не просто; 2) экономика России подчинена политике, поэтому необходим анализ в первую очередь политических проблем (авторитаризма, бюрократизма, произвола властей и т. д.), что и в наше время требует определенной смелости. Однако в последний период перед вузами ставится задача готовить не просто осведомленных в теориях специалистов, но таких, которые способны мыслить самостоятельно и уметь решать различные вопросы в хозяйственных процессах

Речь идет о выработке у студентов ряда компетенций – знаний, умений решать проблемы и владения современными методами достижения целей. Чисто информативной дидактикой этого не достичь. Она не только не дает твердых знаний и навыков, но мало формирует убеждения, самостоятельность мышления, гражданскую позицию. Здесь действует правило: получил от преподавателя или из учебника информацию, запомнил, пересказал на семинаре и экзамене, а потом – выбросил из головы. В настоящее время передовые и высокотехнологичные компании нуждаются в новом типе образованного специалиста. Он должен быть готов к наступающим переменам в обществе, находить ответы на вопросы в условиях неопределенности, уметь мыслить самостоятельно и рационально, быть изобретательным, предприимчивым. Задача подготовки таких специалистов очень сложная, и во многих вузах она далека от достижения по всей массе студентов.

Концептуальная схема использования проблемных методов обучения помогает в решении инновационных принципов подготовки специалистов. Итак, в данной методике ключевое понятие – проблема, которая представляет собой такой вопрос в науке или в практической деятельности, на который нет ответа с позиции накопленного знания и опыта. В чем же суть проблемного метода обучения? Она заключается в конструировании или постановки проблемной ситуации, формулировании и обосновании проблемы, её структурировании и определении возможных способов разрешения проблемы совместно преподавателем и студентами. В этой парадигме студент выступает не как объект насыщения информацией, а как активный участник мышления, нахождения решений структурных элементов проблемы. Именно так могут вырабатываться компетенции творчески мыслящей личности, способной самостоятельно находить ответы на возникающие вопросы теории и практики.

Уровень проблемного обучения должен различаться в зависимости от курса обучения и преподаваемых дисциплин. На первых двух курсах, где изучаются основы экономической теории, преимущественно должны использоваться так называемые учебные проблемы. Что они собой представляют? На самом деле в теории эти проблемы решены, но преподаватель ведет обучение так, как будто бы нужно разрешить их впервые, как бы сделать открытие в объяснении проблемы. На старших курсах и особенно в магистратуре должна применяться разработка студентами поставленных реальных проблем, теоретическое объяснение тормозящих факторов в экономическом развитии страны и мировой экономике. Очень важен такой методический подход в специальных дисциплинах – таких, как

государственные финансы, налоги и налогообложение, кредитование и денежное обращение, ценообразование, конкурентоспособность, торговля, экономический анализ в фирме и др. Причем проблемность должна быть характерна не только для лекционного курса, но и для проведения семинаров и практических занятий, а также при написании проблемных рефератов и докладов.

Рассмотрим процесс проектирования проблемного обучения. Проектирование обычно представляет собой последовательность стадий, этапов осуществления обучения.

На первом этапе либо конструируется, либо выявляется в действительности проблемная ситуация, т. е. ситуация, которая содержит противоречие между её элементами и не имеет однозначного решения. Она должна вызывать умственное затруднение у студентов, вызванное недостатком знаний или данных для нахождения выхода из противоречия. Студент должен сформировать новое знание или сам найти необходимые данные.

Приведем такой пример. Рынок за счёт конкуренции ведет к прогрессу в экономике, но в то же время сама конкуренция создает условия для монополизма, а значит, и для торможения прогресса. Таково противоречие содержит рынок.

На втором этапе происходит постановка (формулирование) проблемы. Продолжим взятый пример и сформулируем проблему: какие условия создают указанную противоречивость рынка и возможно ли избежать устранения конкуренции – двигателя развития?

На третьем этапе происходит обоснование проблемы. Это обоснование включает в себя определение содержательных, исторических и генетических связей данной проблемы с другими, которые решались ранее, а также с теми проблемами, которые будут рассматриваться в последствии. Обратимся снова к нашему примеру. Решение противоречивости рынка потребует определить понятие рынка, виды рынков, поведение потребителей (покупателей) и производителей (продавцов), взаимодействие спроса и предложения; понадобится подобрать данные о концентрации производства и централизации капитала.

На четвертом этапе осуществляется оценка проблемы. Эта оценка состоит в определении всех условий, необходимых для её решения, поиска аргументов в пользу необходимости её решения. Сюда могут входить знания студентов, полученные ими раньше, подборка статистических и фактических материалов, методик обсуждения, поставленных преподавателем

дополнительных вопросов, привлечение точек зрения учёных различных школ и направлений. В нашем примере можно оценить проблему противоречивости рынка как очень важную, поскольку от неё зависит экономический рост, распределение доходов среди участников рынка и существования социального неравенства в обществе. Для оценки проблемы возможно привлечь исторический материал роста монополизации рынков и необходимости ограничения монопольной власти с помощью государственного регулирования, перераспределения доходов через госбюджет.

На пятом этапе осуществляется структурирование проблемы. Это действие представляет собой расщепление проблемы в виде постановки дополнительных, вспомогательных вопросов, без которых невозможно получить ответ на главный вопрос. Это происходит в ходе самого изложения материала, по сути, его исследования, поскольку в начале анализа проблемы очень трудно предугадать всё, что относится к решению главного вопроса. Иначе говоря, сложная задача разлагается на более простые элементы, и когда они разрешаются, тогда возможен переход к основной задаче. Вернемся к нашему примеру и приведем ряд дополнительных вопросов, приближающих к ответу на главный вопрос. Что такое противоречие в науке? Что такое противоречие в экономике? Какие условия формируют противоречия на рынке? Могут ли возникать противоречия между фирмами на рынке и из-за чего? В силу чего некоторые фирмы разоряются и что происходит с их рыночным сектором? В чем особенности конкуренции между мелкими и крупными фирмами? Имеют ли какое-то преимущество мелкие фирмы по сравнению с крупными? В каких формах может проявляться рыночная власть? Как проявляется борьба фирм на рынке по ценам и по качеству товаров. Помогает ли международная конкурентная борьба между крупными компаниями ограничить монополизацию рынка?

На шестом этапе дается ответ на главный вопрос, делается вывод из процесса анализа проблемы. На лекции это делает лектор, на семинаре или практическом занятии – сами студенты.

Проблемный метод обучения полностью не отвергает традиционный информационный метод, они могут сочетаться в той или иной мере. Задача лишь состоит в том, чтобы сохранять высокую активность студентов в освоении данного курса. Чаще всего проблемное обучение возникает на основе проделанных преподавателем исследований научных и практических проблем, публикации соответствующих монографий и статей. Такой авторский курс существует уже в виде совокупности изученных проблем и найденных методов

их разрешения. Обычно в таких работах анализируются концепции различных ученых, дается фактический материал и создана логическая система подхода к решению поставленных проблем.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шпалтаков Владимир Петрович
Омский государственный университет путей
сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Профессор кафедры «Экономика» ОмГУПС.
Тел.: 91-76-73.
E-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shpaltakov Vladimir Petrovich
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av.m, Omsk, 644000,
the Russian Federation.
Docent at the Department of «Economy» OSTU.
Phone: 91-76-73.
E-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru

УДК 629.5.03(075.8)

А. В. Штиб, В. Р. Ведрученко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ВЫБОР МЕТОДА И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИИ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ СУДОВЫХ И ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА СТЕНДЕ

В статье выполнено обоснование выбора датчиков и регистрирующей аппаратуры для выполнения испытаний среднеоборотных дизелей судового и тепловозного назначений в условиях стенда.

Ключевые слова: дизельный двигатель, давление, частота вращения, датчик, усилитель, тарировка, индикатор.

Alexey V. Shtib, Viktor R. Vedruchenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

SELECTION OF THE METHOD AND MEANS OF MEASURING HIGH PRESSURES WHEN TESTING MEDIUM-SPEED SHIP AND DIESEL ENGINES ON THE STAND

The article substantiates the choice of sensors and control equipment for testing medium-speed diesels for marine and diesel purposes in the conditions of the stand.

Keywords: diesel engine, pressure, speed, sensor, amplifier, calibration, indicator.

Особое значение для анализа процессов в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) имеют индикаторные диаграммы, представляющие собой запись быстроизменяющихся давлений в цилиндрах, системах топливоподачи и др. [1].

Устройства для измерения и записи быстроизменяющегося давления ДВС называют индикаторами. По принципу действия индикаторы делятся на механические, электрические и электропневматические [2].

Отечественными специалистами разработан и выпускается новый комплекс теплотехнического контроля дизелей «Дизель-Адмирал». Комплекс создан на базе разработанных уникальных высокотемпературных неохлаждаемых датчиков давления газа и специального программного обеспечения, использующего современные компьютеры типа Workstation [3].

Разработанные датчики и комплексы контроля широко используются на судах, на железнодорожном и автомобильном транспорте. Датчиками и комплексами серии «Дизель-Адмирал» оснащены дизельные стенды научных, учебных, производственных и ремонтных предприятий [3].

Специализированный комплекс «Дизель-Адмирал» предназначен для контроля рабочего процесса, измерения, обработки и протоколирования теплотехнических параметров дизеля представлен на рис.1.

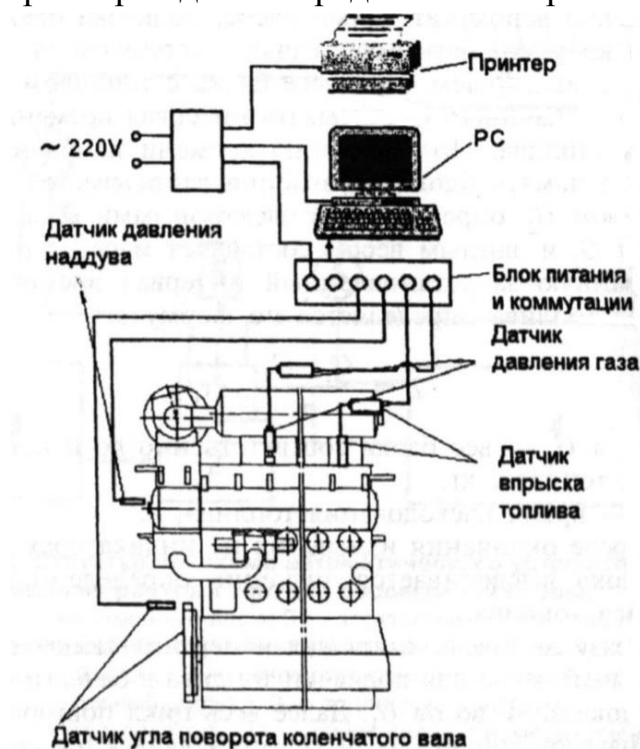


Рисунок 1 – Типовая схема комплекса

Комплекс позволяет измерять следующие базовые параметры:

- снимать развернутую индикаторную диаграмму;

- диаграмму давления топлива (0...250 МПа);
- максимальное давление газа в цилиндре (0...25 МПа);
- давление сжатия в цилиндре;
- среднее индикаторное давление в цилиндре;
- индикаторную мощность цилиндра;
- давление наддува (0...0,4 МПа);
- частоту вращения коленчатого вала дизеля (до 3500 мин⁻¹).

Комплекс обеспечивает различные режимы работы. Первый – плановое индицирование дизеля, когда механик проводит индицирование всех цилиндров, в результате чего система предоставляет для анализа данные по работе всех цилиндров в виде таблиц, графиков и диаграмм, а также заносит эту информацию в базу данных. Второй режим – регулировка цилиндров в режиме реального времени, позволяющая анализировать работу цилиндра с выявлением и устранением нарушений его работы.

Вид экрана с графиком результата измерений представлен на рис. 2

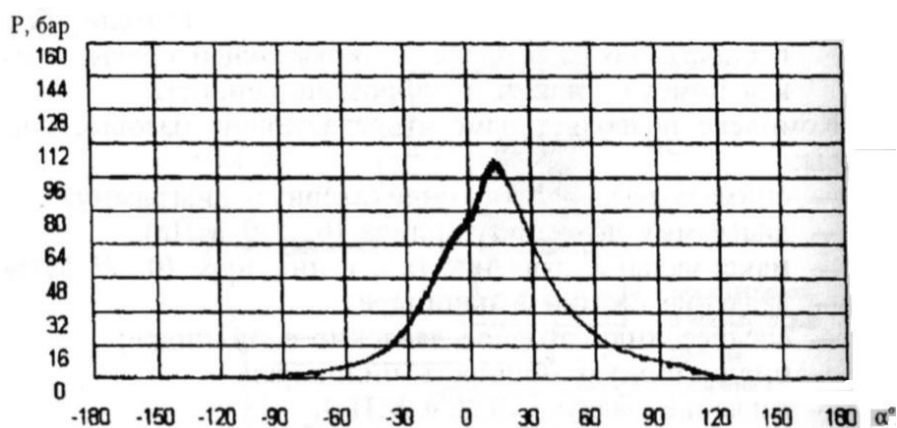


Рисунок 2 – Индикаторная диаграмма

Система *Diesel Master 1000* предназначена для непрерывного контроля нагрузки дизеля и параметрической диагностики рабочего процесса в его цилиндрах. Система предназначена для использования на дизелях при частотах вращения от 30 до 3000 мин⁻¹[3].

В состав системы входят:

- персональный компьютер ДМ1000-РС, рабочее место оператора;
- блок аппаратного интерфейса;
- датчики частоты вращения, давления газа, впрыска топлива и положения рейки топливного насоса.

Датчик давления газа неохлаждаемый, устанавливается на индикаторный кран и обеспечивает измерение давления в цилиндре до 20 МПа с точностью 1%.

Датчик давления впрыска топлива устанавливается на топливную магистраль высокого давления и обеспечивает измерение давления в диапазоне 0...160 МПа с точностью 1%.

Датчик частоты вращения устанавливается у маховика и обеспечивает точность измерения 0,1%.

Блок аппаратного интерфейса ДМ1000-КК принимает сигналы от датчиков, производит их предварительную обработку и коммутацию с информационными линиями компьютера.

Для контроля рабочего процесса в цилиндрах дизеля комплекс ДМ1000-С измеряет индикаторную диаграмму и диаграмму впрыска топлива.

Кроме визуального наблюдения диаграмм производится расчет основных параметров рабочего цикла [3]:

- частоты вращения;
- среднего индикаторного давления;
- цилиндровой мощности;
- максимального давления сгорания;
- давления сжатия;
- угла опережения и продолжительности впрыска топлива;
- максимального давления впрыска.

Динамические качества электрических индикаторов определяются, прежде, всего свойствами первичного преобразователя - упругого элемента, который находится под непосредственным воздействием измеряемого давления. В качестве такого упругого элемента может служить мембрана, свободная частота колебаний которой представляется выражением [4]:

$$f_c = k_1^2 \frac{h}{R^2} \sqrt{\frac{E}{12(1-\mu^2)\rho}}, \quad (1)$$

где k_1^2 – коэффициент, зависящий от характера колебаний; h и R – толщина и радиус мембраны; E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона; ρ – плотность материала мембраны.

Свободная частота колебаний мембраны в индикаторах должна быть как можно больше; это достигается увеличением толщины h и уменьшением радиуса R . С другой стороны, уменьшение h повышает чувствительность и уменьшает влияние собственных сил инерции.

Деформация мембраны преобразуется в электрическую величину (заряд, изменение емкости, сопротивления). Устройство, в состав которого входят

мембрана и преобразователь ее деформации в электрическую величину, называется датчиком индикатора. Датчики различаются по типу применяемого электрического преобразователя.

Достоверность индикаторных диаграмм зависит от свойств индикатора, правильности его установки, а также от цикловой стабильности рабочего процесса. Частота собственных колебаний индикатора должна намного превышать частоту вращения вала двигателя.

Допустимая частотная характеристика индикаторов для конкретных двигателей устанавливается в зависимости от частоты вращения его вала и заданной точности регистрации высших гармоник. В настоящее время не установлено четких рекомендаций по соотношению между этими частотами. Имеются данные о том, что динамическая погрешность не превышает 1 %, если частота свободных колебаний индикатора в 40 раз превышает частоту вращения вала двигателя [1-4].

Измеряемое давление передается первичному преобразователю индикатора через канал, который заполнен упругим газом. Объем этого индикаторного канала включает в себя также объем собственно канала датчика, образуя колебательную систему. Точность передачи быстроизменяющегося давления зависит от частотных характеристик индикаторного канала. Акустический анализ приводит к следующему выражению для определения частоты свободных колебаний индикаторного канала [5]:

$$f_k \approx \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{S_k}{l_k V_d}}, \quad (2)$$

где a – скорость звука в канале; S_k и l_k – площадь поперечного сечения и длина канала; V_d – объем собственно канала датчика.

Из формулы (2) следует, что для повышения частоты свободных колебаний необходимо сокращать длину индикаторного канала, увеличивать его поперечное сечение и уменьшать объем собственно канала датчика.

Конечность скорости распространения звука в индикаторном канале определяет фазовую погрешность регистрации давлений [5]:

$$\Delta\varphi = n \frac{l_k}{a}, \quad (3)$$

где n – частота вращения вала.

Электрический индикатор состоит из датчика давления, соответствующего усилителя и регистратора [6]. Иногда электрические индикаторы снабжаются

дополнительными устройствами, расширяющими возможности исследований, например, электрическими или механическими калибраторами, блоками развертки по углу поворота коленчатого вала или ходу поршня, дифференцирующими устройствами, позволяющими непосредственно получать зависимость скорости изменения давления по углу поворота коленчатого вала $dp/d\phi$, и т.д.

Электрические индикаторы обычно различаются по типу датчиков давления и делятся на пьезоэлектрические, емкостные, индуктивные и др. Часто они являются универсальными как в отношении выполняемых работ, например, индицирование давления при рабочих ходах, насосных ходах, давления в топливной аппаратуре и т. д., так и в отношении типа используемых датчиков. Примером такого прибора может служить универсальный индикатор, выпускаемый датской фирмой «Диза Электроник». Этот прибор имеет основной регистрирующий блок, в котором сосредоточены выходные усилители, блок питания, блоки временных разверток, устройства калибровки, синхронизации и двухлучевой электронный осциллограф с фотоприставкой. Усилители, предназначенные для работы с различными типами преобразователей и имеющие однотипное конструктивное оформление, выполнены легкосменными, что расширяет возможности этого индикатора [7].

Выводы: В двигателях различного назначения и их агрегатах ряд случайных факторов приводят к значительным колебаниям всех элементов рабочего процесса около некоторых средних значений (например, давление в характерных точках двух последовательных рабочих циклов может различаться на 10 - 15 %) [7]. Эти колебания действительно имеют случайный характер, так как подчиняются нормальному закону распределения. Поэтому на основании произвольной единичной индикаторной диаграммы или ее участка невозможно сделать правильных выводов о действительных закономерностях и показателях рабочего процесса двигателя или агрегата.

Для выявления таких закономерностей необходимо предварительное осреднение значительного числа циклов (30 – 50) последовательных индикаторных диаграмм [1,3,7].

У приведенных систем общими контролируемыми параметрами являются: частота вращения, давления в цилиндре и впрыска топлива и давление в любой точке диафрагмы, а также имеют одинаковую структурную схему. Системы отличаются функциями непрерывного и периодического контроля, техническим оснащением и точностью изменяемых параметров. Однако назначение их практически совпадает – непрерывный контроль нагрузки дизеля и диагностики рабочего процесса в его цилиндрах.

Список литературы

1. Ведрученко, В. Р. Инженерный эксперимент: Учебное пособие / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов, Н. В. Жданов / Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2014. – 129 с.
2. Цапенко, М. П. Измерительные информационные системы / М. П. Цапенко. – М.: Энергия, 1974. – 358 с.
3. Пахомов, Ю. А. Основы научных исследований и испытаний тепловых двигателей внутреннего сгорания / Ю. А. Пахомов. – М.: Транслит, 2014. – 432 с.
4. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б. А. Семенов, – СПб: Лань, 2013. – 400 с.
5. Прокопенко, Н. И. Экспериментальные исследования двигателей внутреннего сгорания / Ю. А. Пахомов. – М.: СПб Лань, 2010. – 592 с.
6. Рыжков, С. В. Теплотехнические измерения в судовых энергетических установках / С. В. Рыжков. – Л.: Судостроение, 1980. – 264 с.
7. Преображенский, В. П. Теплотехнические измерения и приборы / В. П. Преображенский. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Штиб Алексей Викторович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Аспирант кафедры «Теплоэнергетика»
ОмГУПС.
Тел.: 8(3812) 31-06-23.
E-mail: shtib93@mail.ru

Ведрученко Виктор Родионович

Омский государственный университет
путей сообщения (ОмГУПС).
Маркса пр., д. 35, г. Омск, 644000,
Российская Федерация.
Доктор технических наук, профессор
кафедры «Теплоэнергетика» ОмГУПС.
Тел.: 8(3812) 31-06-23.
E-mail: vedruchenkovr@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shtib Alexey Viktorovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Post-graduate student of the department of
«Heat power engineering» OSTU.
Phone: 8(3812) 31-06-23.
E-mail: shtib93@mail.ru

Vedruchenko Victor Rodionovich

Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx st., Omsk, 644046,
the Russian Federation.
Ph. D. in Technical Sciences, Associate
professor at the Department of «Heat power
engineering» OSTU.
Phone: 8(3812) 31-06-23.
E-mail: vedruchenkovr@mail.ru

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы научной конференции,
посвященной Дню Российской науки

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.03.2020. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 25,45. Уч.-изд. л. 20,40.
Тираж 300 экз. Заказ .

* *

Типография ОмГУПСа

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35