

**Министерство образования Оренбургской области  
Департамент молодежной политики Оренбургской области  
Самарский государственный университет путей сообщения  
Оренбургский институт путей сообщения – филиал СамГУПС  
(ОрИПС – филиал СамГУПС)**



**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ТРАНСПОРТ: АКТУАЛЬНЫЕ  
ВОПРОСЫ, ПРИОРИТЕТЫ, ВЕКТОРЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

**Материалы  
II Международной научно-методической конференции**

**08-09 ноября 2023 г.**

**ЧАСТЬ 1**

**г. Оренбург, 2023**

УДК 001.8+374.2+656.2

ББК 74+72+39.2

Н 34



***Редакционная коллегия***

***Председатель редакционной коллегии***

Попов А.Н. – директор ОрИПС – филиала СамГУПС, кандидат педагогических наук

***Сопредседатель:***

Малахова О.Ю. – заместитель директора ОрИПС – филиала СамГУПС по науке и инновациям, кандидат педагогических наук

Конференция состоялась 08-09 ноября 2023 г. в Оренбургском институте путей сообщения – филиале ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» по адресу: г. Оренбург, проспект Братьев Коростелевых, №28/2-28/1.

Н34 Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия: II Международ. науч.-методич. конф., 08-09 ноября 2023 г. Самара-Оренбург / редкол.: А.Н. Попов [и др.]: в 3 частях. – Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. – Ч.1. – 344 с.

В работе конференции приняли участие доктора и кандидаты наук, преподаватели, ученые из Оренбурга, Москвы, Санкт-Петербурга, Самары, Саратова, Н. Новгорода, Казани, Тюмени, Донецка, Луганска, Алматы (Казахстан), Минска (Беларуси) и других городов.

В материалах конференции рассмотрены современные технологии как драйвер технического развития; проанализированы проблемы, перспективы, инновации на транспорте; отражены актуальные вопросы фундаментальных и прикладных исследований; затронуты вопросы экологии и здоровьесбережения в контексте с современным цивилизационным развитием; представлены исследования в области информационных технологий, автоматизации и телекоммуникаций; рассмотрены гуманитарные, исторические, правовые аспекты развития образования, современные концепты филологии и межкультурной коммуникации; исследована транспортная система России и мира в общекультурном и историческом контекстах.

Конференция направлена на развитие научной и творческой активности ученых и практиков, расширение знаний в различных областях науки и техники.

Статьи публикуются в авторской редакции.

УДК 001.8+374.2+656.2

ББК 74+72+39.2

© СамГУПС, 2023

© ОрИПС – филиал СамГУПС, 2023

Содержание

<b>Секция 1. Современные технологии – драйвер развития современной цивилизации</b> .....	8
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ОТНОСИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ <i>Адер А.В.</i> .....	8
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ <i>Адер А.В., Кислицын М.С.</i> .....	10
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЛЕЙНЫХ ШКАФОВ <i>Адер А.В., Матвеева Д.А.</i> .....	13
ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ <i>Альмухаметов Р.Х., Фаррахова А.Р.</i> .....	16
МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Альмухаметов Р.Х., Фаррахова А.Р.</i> .....	19
ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ <i>Болвах М.В., Сырый А.А.</i> .....	23
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ КЛАСТЕРА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ НОРМАЛЬНОСТИ <i>Бомбин А.Ю., Андрианова Н.В.</i> .....	26
ГИБКАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА – МАТЕРИАЛ НОВОГО ТИПА <i>Васильева М.А., Набатчикова Т.О., Иванова А.П.</i> .....	29
ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ <i>Воеводина С.П., Коркина С.В.</i> .....	32
ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ <i>Горбушин В.А., Корнилов И.М.</i> .....	38
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ОСНОВ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА <i>Горбушин В.А., Корнилов И.М.</i> .....	41
СМАРТ-СТЕКЛО, МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ БЛИКОВ ДНЕВНОГО СВЕТА <i>Гунько Н.М., Бикеева А.Г., Иванова А.П.</i> .....	44
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА КАК АЛЬТЕРНАТИВА СИЛИКАТНОГО <i>Гунько Н.М., Калужина А.И., Иванова А.П.</i> .....	47
АЭРОГЕЛЬ – ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ <i>Делигирова В.В., Худякова У.В., Иванова А.П.</i> .....	51
ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ – ПОТЕНЦИАЛ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ <i>Делигирова В.В., Хузина С.Ф., Иванова А.П.</i> .....	55
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ИНФОРМИРОВАНИЯ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД О ЗАНЯТОСТИ ПЕРЕЕЗДА <i>Дидрих Л.А., Сагинтаев Е.С.</i> .....	58
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОВОЗОВ НОВЫХ СЕРИЙ <i>Доманов К.И., Вербичкий А.В.</i> .....	62
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЗАМЕНЫ ДЕРЕВЯННОЙ ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННУЮ <i>Иванова А.П., Камалов Р.А.</i> .....	69
СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕЛЬСОВ <i>Иванова А.П., Лопата В.О.</i> .....	72
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТОРОПРИВОДОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ, ЭЛЕМЕНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ <i>Иванова А.П., Назаров Е.Р.</i> .....	76
ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ <i>Иванова А.П., Самосватов В.Д.</i> .....	81
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ <i>Иноземцев С.А., Чучукова И.С.</i> .....	84

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ <i>Иноземцев С.А., Чучукова И.С.</i> .....	88
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Криволапов В.Г., Лучинин А.М.</i> .....	91
КОДОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БЛОКИРОВКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Криволапов В.Г., Лучинин А.М.</i> .....	93
НИКЕЛЬ И РЕНИЙ – МЕТАЛЛЫ БУДУЩЕГО НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ <i>Межуева Л.В., Жулбасенов М.М., Иванова А.П.</i> .....	95
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВИЗУАЛЬНОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ГОБО- И ЛАЗЕРНЫХ ПРОЕКТОРОВ <i>Мережникова М.А., Байракова Е.А.</i> .....	99
МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА <i>Михайлов А.А., Воробьев В.С.</i> .....	104
ПОРЯДОК ПРИЕМА ЛОКОМОТИВА ПЕРЕД ОТПРАВЛЕНИЕМ <i>Михайлов А.А., Ильбатырова Т.С.</i> .....	107
СИСТЕМА АВТОБЛОКИРОВКИ С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ (АБТЦ- МШ) НА ПЕРЕГОНЕ <i>Михайлов А.А., Яппарова Э.М.</i> .....	110
ОСВЕЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ЧЕБЕНЬКИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Наумов Д.В., Трубин С.В., Ефанов В.С.</i> .....	113
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ ЗА СЧЕТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ <i>Панченко В.Н., Абрамова Е.В.</i> .....	117
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ЗА СЧЕТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ДВИЖЕНИЯ ДВУХЭТАЖНЫХ ПОЕЗДОВ <i>Панченко В.Н., Сосевич Н.М.</i> .....	121
ПЛОТНОСТЬ ОБОБЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ РАНГА n <i>Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Чернов С.В.</i> .....	126
МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО БЕТОНА (SHOT CREATE) <i>Пискарёва Т.И., Безрукова А.А., Иванова А.П.</i> .....	128
ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ОАО «РЖД» <i>Половинкина А.Ю.</i> .....	132
ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ <i>Попов А.Э., Хузина С.Ф., Калужина А.И.</i> .....	135
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ УЧАСТКА ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ <i>Протасова А.Д., Жебанов А.В.</i> .....	138
РАЗРАБОТКА КРЮЧКА СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО КОЗЫРЬКА В СРЕДЕ 3D- МОДЕЛИРОВАНИЯ SOLIDWORKS <i>Садулаев А.А.-В., Айсунгуров Н.Д., Аптаев Х.Х.</i> .....	142
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА <i>Тычков А.С., Петров А.И.</i> .....	145
ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОСВЯЗЬ СТАНДАРТА DIGITAL MOBILE RADIO (DMR) <i>Харчикова С.Г., Баев А.И.</i> .....	150
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПУЛЬТА ДИСПЕТЧЕРА (ПДСУ-М ПОКОЛЕНИЕ 2) В СТАНДАРТЕ DMR <i>Харчикова С.Г., Баев А.И.</i> .....	154
ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОАО «РЖД» <i>Харчикова С.Г., Джуманьязова Г.И.</i> .....	156
БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СВЯЗИ <i>Хлудеева М.А., Нияскина Е.В.</i> .....	159
РАДИОСВЯЗЬ СТАНДАРТА LTE НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Хлудеева М.А., Нияскина Е.В.</i> .....	163

IP-ТЕЛЕФОНИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ СВЯЗИ <i>Хлудеева М.А., Шестаков Е.С.</i> .....	166
ПРАВОВЫЕ ОБЯЗАННОСТИ КОМПАНИИ-ПАССАЖИРОПЕРЕВОЗЧИКА <i>Христофорова Л.В., Вдовкина Н.А.</i> .....	169
ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАНИЮ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ <i>Христофорова Л.В., Вдовкина Н.А.</i> .....	173
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Шадрин С.А., Болдин С.В.</i> .....	176
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СИСТЕМАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА <i>Шепелевич С.С., Ефимушкин А.А.</i> .....	180
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Шепелевич С.С., Косенко О.Н., Сяткина А.А.</i> .....	185
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ НА СМЕЖНЫЕ ЛИНИИ <i>Шепелевич С.С., Ниязова В.А.</i> .....	189

<b>Секция 2. Фундаментальные и прикладные научные исследования в транспортной сфере: актуальные вопросы, достижения, научные дискуссии</b> .....	193
СТАНОВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ УСТРОЙСТВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ <i>Абдуллина А.Р., Снежинская Е.С., Литвиненко Р.С.</i> .....	193
ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПА «ЕДИНОГО БИЛЕТА» ДЛЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Альмухаметов Р.Х., Терновская А.В.</i> .....	195
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ УМЕНЬШИТЬ ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА ЛОКОМОТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ <i>Асабин В.В., Просвирнин В.С.</i> .....	198
АНАЛИЗ ЛОКОМОТИВНОГО УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ КЛУБ-У <i>Архирейский А.А., Миронов А.В.</i> .....	203
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОНТАКТОРА ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116 <i>Архирейский А.А., Флейтух А.И.</i> .....	206
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАРКА ОТПРАВЛЕНИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НА СТАНЦИИ АНИСОВКА <i>Безпятьый М.Д., Дорошенко А.И.</i> .....	208
РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Воеводина С.П., Жебанов А.В.</i> .....	213
ПУТИ РАСШИРЕНИЯ УЧАСТКОВ ТОР НА СТАНЦИИ АНИСОВКА ПРИВОЛЖСКОЙ ДОРОГИ <i>Воеводина С.П., Коркина С.В.</i> .....	217
СМЕНА ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ПРИ РЕМОНТЕ <i>Горбушин В.А., Ахметов А.М.</i> .....	222
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ТЕРМИНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В РФ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Гришкова Д.Ю., Лизнева В.С.</i> .....	225
СОВРЕМЕННЫЙ МОБИЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С БЕСКОНТАКТНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ АВИТРЕК <i>Громакова Е.В.</i> .....	228
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ В ВАГОНАХ И КОНТЕЙНЕРАХ <i>Гянджумян В.В., Варламов А.В.</i> .....	231
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ <i>Елисеев В.Н., Алдашов И.Н.</i> .....	233

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ СЦБ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ <i>Елисеев В.Н., Ширяев С.Б.</i> .....	237
ПРИНЦИП РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОДОВОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ НА ЭЛЕКТРОННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ (КЭБ) В ОАО «РЖД» ..... <i>Елисеев В.Н., Шулико Н.И.</i> .....	242
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ПУТЕМ ПОКРЫТИЯ МАТЕРИАЛОМ PRE-PREG <i>Иванова А.П., Чуваев Н.А., Пискарьёва Т.И.</i> .....	245
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХЛАДОРЕСУРСА ШУГООБРАЗНОГО ТОПЛИВА НА ТЕМПЕРАТУРУ НАДДУВОВОГО ВОЗДУХА ДВИГАТЕЛЯ <i>Кабанов П.А.</i> .....	248
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНКИ АВАРИЙ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ АППРОКСИМАЦИИ <i>Касымжанова К.С., Шарипова А.М., Габбасов Р.А.</i> .....	251
СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГРУЗОВОЙ И КОММЕРЧЕСКОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ <i>Коломынцев В.М., Юдина Н.А.</i> .....	253
ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>Кондратьева В.С., Папулова В.К., Черепанова Л.А.</i> .....	255
ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ КОКСИРУЮЩЕГОСЯ УГЛЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ <i>Мангушев И.Д., Гусев А.Л.</i> .....	260
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА НА АВТОНОМНЫХ ЛОКОМОТИВАХ <i>Мионов Е.С., Карпенко М.Ю., Курманова Л.С.</i> .....	266
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ШКВОРНЕВОМ УЗЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЦИСТЕРНЫ НА ВЕЛИЧИНУ БОКОВЫХ СИЛ <i>Мусаев Ж.С., Өмірзақ Б.Е., Айтуганова Ж.М.</i> .....	269
ОБЗОР ТИПОВЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДВИГАТЕЛЯ CATERRILLAR C32 <i>Мынта М.А., Алишаускас В.И., Горчаков Ю.Н.</i> .....	274
АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЭЛЕКТРОВОЗОВ, ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И УСТРАНЕНИЕ ТЕКУЩИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ <i>Павленков М.Е., Андриянов К.О.</i> .....	279
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АППАРАТНОГО ЦЕХА РЕМОНТНОГО ДЕПО ЭЛЕКТРОВОЗОВ <i>Павленков М.Е., Поляков А.С.</i> .....	281
АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В СЕРВИСНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ <i>Павленков М.Е., Сайкин А.С.</i> .....	283
МЕТОДИКА МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА <i>Панов Е.И., Алехнович А.Д.</i> .....	285
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ <i>Панов Е.И., Власов Д.С.</i> .....	289
ПОРЯДОК РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ЭКИПИРОВКИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ <i>Панов Е.И., Данилов В.А.</i> .....	292
ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ В РЕЙС ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА <i>Панов Е.И., Хамидуллина Н.Р., Егорова Ю.Н.</i> .....	294
УРАВНЕНИЯ СВЯЗИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ РАНГОВ $n$ и $n+1$ <i>Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К.</i> .....	297
УРОВНИ КВАНТОВАНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТА С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ <i>Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Пастухов А.Ю., Волосова А.К., Волосов К.А., Волосова Н.К.</i> .....	300

ВОПРОСЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК <i>Петреница Е.А.</i> .....	302
СОВРЕМЕННЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ <i>Пинчук А.Р., Болдин С.В.</i> .....	305
ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИИ ЛОКОМОТИВОВ <i>Половова Е.А., Петухов С.А.</i> .....	308
УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ УСТРАНЕНИЯ ЭФФЕКТА «FISH TAIL» ПРИ БУКСИРОВКЕ КАРАВАНОВ СО СМЕЩЕННОЙ ОСЬЮ <i>Соколовский А.Я., Соколовская Е.А.</i> .....	312
ПЕРЕУСТРОЙСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ИВАНОВСКИЙ ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ – ФИЛИАЛА ОАО «РЖД» В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЗАПАДНОГО ОБХОДА САРАТОВСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА <i>Степаненко Т.Л.</i> .....	319
СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ДИСТАНЦИИ СЦБ <i>Трубин С.В., Дедюля Д.В.</i> .....	321
СИСТЕМА КОДОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АВТОБЛОКИРОВКИ КЭБ-2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ <i>Трубин С.В., Старкова Ю.Ю.</i> .....	323
К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116 <i>Шишкин А.В., Арсенев О.А.</i> .....	327
АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ АВТОМАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	329
ДЛЯ РЕМОНТА ТЕПЛОВОЗОВ <i>Шишкин А.В., Тимофеев А.М.</i> .....	329
АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЦИЛИНДРОВОЙ КРЫШКИ ДИЗЕЛЯ ПД1М <i>Шишкин А.В., Ткаченко О.В.</i> .....	331
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ОБОЛОЧЕЧНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ <i>Шищенко Е.В., Новикова В.Н.</i> .....	333
К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ НАНОПОКРЫТИЙ ДЛЯ КУЗОВОВ И ДЕТАЛЕЙ ВАГОНОВ <i>Шмойлов А.Н., Печенкина Ю.А.</i> .....	336
ИНФОРМАЦИЗАЦИЯ В СЕРВИСЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК <i>Эрлих Н.В., Эрлих А.В.</i> .....	339
ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРИЕМЕ ГРУЗА К ПЕРЕВОЗКЕ <i>Эрлих Н.В., Эрлих А.В.</i> .....	342

## Секция 1. Современные технологии – драйвер развития современной цивилизации

УДК 33.055

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ОТНОСИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

*Адер А.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматриваются современные геосинтетические строительные материалы, позволяющие наиболее эффективно и экономически целесообразно осуществлять мероприятия по эксплуатации, текущему содержанию и проведению ремонтных работ железнодорожного пути.*

**Ключевые слова:** железобетон, строительные конструкции, строительство, композиционный материал, волокно, георешетка.

Качество устойчивости рельсовой колеи железнодорожного пути обусловлено правильным устройством подбалластной зоны земляного полотна, которая испытывает наибольшую нагрузку от вибраций и динамических воздействий, вызываемых движущимся составом, а также от климатических изменений, происходящих между сезонами. Уменьшение несущей способности грунта в подбалластной зоне и его склонность к пучению при промерзании увеличивает количество дефектов на сети железных дорог, что является причиной увеличения расходов на содержание и обслуживание.

Модернизация текущего содержания железных дорог, их эксплуатационных характеристик – это важная стратегическая задача в области работы с партнерскими странами, которая обеспечивает перевозку пассажиров, импорта и экспорта товаров и грузов через различные регионы РФ. Эти цели были поставлены для привлечения новых финансовых потоков в страну и для развития международных проектов. Для успешной перевозки пассажиров и грузов железнодорожная сеть должна отвечать требованиям скорости, надежности и безопасности.

Одной из эффективных задач при реконструкции железнодорожного пути является устройство защитных слоев подбалластного типа, обладающих повышенными прочностными и деформационными характеристиками, для обеспечения стабильности зоны земляного полотна. Требование к созданию таких слоев закреплено в нормативных документах ОАО РЖД "СП 119.13330.2017 (24.12.2019) ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ КОЛЕИ 1520 мм Актуализированная редакция СНиП 32-01-95" и "Инструкция о проведении реконструкции (модернизации) железнодорожного пути, утвержденная Распоряжением ОАО "РЖД" от 14 ноября 2016 г. N 2288р"[1]. Однако, отсутствие стандартных конструкций подбалластных защитных слоев, учитывающих все условия эксплуатации, геологические, климатические и другие факторы, которые также влияют на разработку проектов и выполнение работ, создает проблемы при выдаче проектных заданий. Основными критериями, учитываемыми при разработке ПЗС, являются коэффициент уплотнения, статический и динамический модуль деформации как в уровне основания зоны земляного полотна, так и в верхней границе защитного слоя, а также методы и средства контроля их работы [2].



Георешетка представляет собой сетку, состоящую из металлических или пластиковых элементов. Она устанавливается под слоем гравия или щебня на железнодорожных путях с целью повышения их устойчивости и надежности. Использование георешетки на железной дороге имеет ряд преимуществ.

1. При помощи георешетки щебень или гравий на железнодорожном пути могут быть удержаны и закреплены, что способствует повышению устойчивости движения поездов и уменьшению вероятности сдвигов и оседаний.

2. Использование георешетки на железнодорожных путях приводит к сокращению наката и, следовательно, к снижению вероятности появления деформаций и выбоин на пути [3].

3. Георешетка снижает расход щебня или гравия на покрытие пути и увеличивает срок его эксплуатации, сокращая тем самым расходы на обслуживание.

4. Применение георешетки на железнодорожном пути повышает безопасность движения и снижает риск аварий. Использование данной технологии является эффективным способом улучшения устойчивости и надежности пути, сокращения расходов и повышения общей безопасности на железной дороге.

Пространственные георешетки представляют собой группу ячеистых модулей прямоугольной формы, изготавливаемых из полос нетканого полотна повышенной жесткости из полиэфира. Они соединены между собой высокопрочными сварными швами в шахматном порядке, образуя складывающиеся объемные ячейки [4].

Рекомендуется применять геотекстиль с текстурной поверхностью. В случае армирования дорожных покрытий без отверстий использование геотекстиля с текстурными поверхностями является обязательным. При обосновании расчета и при успешном опыте использования в региональных условиях можно изменять указанные параметры.

Исследования, проведенные в России и за рубежом, подтвердили перспективность использования георешетки в строительстве. Этот материал значительно уменьшает вероятность повреждений и деформаций на пути, а также снижает расходы на последующую эксплуатацию.

#### Список использованных источников

1. Адер А.В. Правовое обеспечение профессиональной деятельности: конспект лекций. М. : ФГБОУ ДПО "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2023. 160 с.
2. Постников Е.А. Основное назначение геотекстиля в строительстве железной дороги или ее реконструкции / Е.А. Постников, А.В. Адер // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара-Оренбург: ОрИПС-филиал СамГУПС в г. Оренбург, 2023. С. 193-194.
3. Савельев С.В. Инновационная уплотняющая техника и рекомендации по её использованию для ресурсосберегающих технологий дорожного строительства / С. В. Савельев, В. Б. Пермяков, В.В.Михеев, И. К. Потеряев. Омск: СибАДИ, 2019. 193 с.
4. Бабич В.Н. Научные подходы в архитектурной теории и практике: учебное пособие по дисциплине «Методология проектно-исследовательской и научной деятельности» / В.Н. Бабич, Е.Ю. Витюк, А.Г. Кремлев. Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2019. 212 с.

#### FEATURES OF USING GEOSYNTHETIC MATERIAL IN RELATION TO OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF RAILWAY TRACK

*The article discusses modern geosynthetic building materials that allow the most efficient and economically feasible implementation of activities for the operation, routine maintenance and repair work of the railway track.*

**Key words:** reinforced concrete, building structures, construction, composite material, fiber, geogrid.

УДК 625.1

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

*Адер А.В., Кислицын М.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются наиболее современные технологии, применяемые при строительстве железных дорог в России и странах СНГ.*

**Ключевые слова:** *сотовый геоматрас, строительство мостов, материал, механическая стабилизация, армирование грунта.*

Обоснование строительства, реконструкции, капитального ремонта требует использование и изучения технологических решений и средств, которые будут использоваться в процессе проведения работы. Корректный выбор новейшего технического оборудования, новых современных технологий с применением передовых современных строительных материалов напрямую связан с результатами обоснования.

Особенно стоит обратить внимание на проведение капитального строительства на сложных геологических участках. На таких объектах возникает необходимость проведения специальных укрепительных мероприятий, как например, армирование грунта.

Армирование грунта является процессом укрепления слабых и неустойчивых грунтовых отложений при помощи специальных материалов. Этот метод напоминает армирование бетона, где стальные арматурные пруты добавляются для улучшения качества и прочности материала. Вместо стальных прутков геосинтетики — полимерные материалы, такие как геоцеллюлоза, геотекстиль или геогриды – используются для укрепления грунта. Эти материалы улучшают геотехнические характеристики грунта, предотвращают оползни и скаты, а также увеличивают нагрузочную способность строительных конструкций на слабых грунтах. Таким образом, армирование грунта с использованием геосинтетиков играет важную роль в развитии современной железнодорожной инфраструктуры, обеспечивая более надежное и эффективное строительство. Геосинтетический материал и сталь используются для армирования земляного полотна. Они улучшают его устойчивость и предотвращают разрушение грунта и бетона. Кроме того, использование цемента для механической стабилизации щебня увеличивает его срок службы и предотвращает перемещение частиц под нагрузкой. Когда щебень заклинивается в ячейках, он уже не сдвинется даже под воздействием множества транспортных средств. Эти методы армирования позволяют создавать прочные и долговечные дорожные покрытия, способные выдерживать интенсивное движение автомобилей.

Геосинтетическая георешетка – инновационное решение для укрепления балласта на железнодорожных путях. Она позволяет снизить осадку рельсового шпала и предотвратить повышенную истираемость щебня. Как и любая технология, она имеет свои особенности.

Одной из сложностей является очистка балласта при использовании георешетки. Ввиду своей структуры, решетка затрудняет удаление загрязнений и мусора из подстилающего материала. Это может потребовать специальных устройств и дополнительных затрат на обслуживание пути.

Также возможно повреждение геосинтетика при подбивке балласта. Неконтролируемое применение путевых машин может привести к заеданию решетки и

заклиниванию щебня. Однако современные путевые машины обладают высокой точностью работы и способны избегать контакта с георешеткой и заклиниванием щебня.

В целом, использование георешетки для стабилизации балласта на железнодорожных путях имеет ряд значительных преимуществ. Она позволяет улучшить условия эксплуатации пути, снизить износ и увеличить срок службы рельсов и балласта. Однако успешная реализация этой технологии требует комплексного подхода и соблюдения определенных инструкций при укладке и обслуживании геосинтетической георешетки. Важно устанавливать защитные слои из щебеночно-песчаных смесей для увеличения нагрузок и скоростей землеройной техники. Толщина слоя может достигать 1 метра. Применение георешетки стабилизирует материал и сокращает расход смесей вдвое. Пример США демонстрирует экономию в размере 1,5 миллиона рублей на каждый километр пути. Однако, благодаря механической стабилизации, удалось значительно сократить затраты и время на строительство. Кроме того, данная конструкция позволяет увеличить срок службы дороги и уменьшить затраты на ее техническое обслуживание. Таким образом, применение механической стабилизации в строительстве дорог является эффективным и экономически выгодным решением.

В дальнейшем данная технология может быть применена и в других отраслях строительства для укрепления слабых грунтов и повышения прочности конструкций. Можно с уверенностью сказать, что механическая стабилизация является перспективным направлением в строительстве и ее дальнейшее развитие принесет множество преимуществ и улучшений в сфере транспортной инфраструктуры.

Одной из передовых технологий в железнодорожном строительстве является технология сотового геоматраса. Данная технология предлагает использование нового строительного материала, который состоит из ячеек георешеток, соединенных между собой и заполненных каменным материалом.

Сотовый геоматрас позволяет создать жесткую и прочную платформу для насыпи. С помощью сотового геоматраса можно выровнять основание насыпи и снизить осадку, что особенно актуально при строительстве на слабых грунтах. Таким образом, предотвращается возможное образование выпоров и улучшается несущая способность конструкции.

Использование сотового геоматраса позволяет значительно сократить объемы земляных работ, что приводит к экономии трудозатрат. По сравнению с заменой грунта или использованием свай, стоимость сотового геоматраса оказывается в 5 раз дешевле.

Эта технология является эффективным решением для различных строительных проектов, будь то строительство дорог, аэродромов или других инфраструктурных объектов. Сотовый геоматрас обеспечивает надежность и долговечность конструкции, превосходную устойчивость к нагрузкам и снижает риски, связанные с непредсказуемыми грунтовыми условиями.

Таким образом, сотовый геоматрас является инновационным и выгодным решением для строительства, позволяющим сэкономить время, средства и обеспечить качественное выполнение проекта. Армирование грунта геосинтетическими материалами – это возможность сэкономить средства и усилить железнодорожные пути. В примере строительства соединительного пути Усольского калийного комбината удалось сэкономить 500 млн рублей, благодаря использованию георешеток вместо замены слабого грунта. Это современная альтернатива железобетонным конструкциям: она дешевле на 20-40%, нет необходимости в высококвалифицированных специалистах, и она устойчива к сейсмическим воздействиям.

Следующим инновационным решением для создания прочной и надежной сооружений являются армогрунтовые стены. В таких стенах можно использовать различные материалы для облицовки, что позволяет им легко вписываться в окружающую архитектуру и природу.

Например – армогрунтовая стена с облицовкой из мелкоштучных блоков. Такая облицовка создает эффект естественности и гармонично вписывается в ландшафт. Благодаря использованию мелкоштучных блоков, стена эстетично восприимчива и может быть в дальнейшем индивидуально определена по дизайнерскому исполнению.

Следующий пример – армогрунтовый стена/блок, который может применяться на любых объектах капитального строительства с облицовкой из стекловолокна, что добавляет прочность и стойкость к воздействию неблагоприятных факторов самому блоку как строительно-отделочному материалу. Стекловолокно может имитировать различные материалы, такие как кирпич или камень, что позволяет осуществлять различные отделочные композиции.

Использование армогрунтовых стен с разнообразной облицовкой позволяет создавать уникальные и интересные архитектурные объекты. Это отличное решение для тех, кто стремится сочетать надежность и эстетику в своих проектах.

Геосинтетические материалы включают геотекстиль, геориды и геомембраны активно используются при строительстве железных дорог, мостов и тоннелей. Они выполняют ряд функций, таких как укрепление грунта, разделение слоев, дренаж и прочее. В строительстве мостов они используются для создания прочной основы и обеспечения долговечности конструкции.

Армогрунтовые блоки, состоящие из геосинтетического материала и наполнителя, являются эффективным решением для строительства мостов. Они имеют высокую прочность и устойчивость к деформации, что обеспечивает надежность конструкции. Армогрунтовые блоки также отличаются легкостью и простотой монтажа, что позволяет сократить время и затраты на строительство.

Применение геосинтетических материалов и армогрунтовых блоков в строительстве мостов позволяет снизить затраты на проект, сохранить ресурсы и улучшить экологическую безопасность. Эти инновационные технологии уже активно применяются в России и успешно прошли испытания на практике.

Таким образом, использование геосинтетических материалов и армогрунтовых блоков непосредственно в строительстве не только железных дорог, мостов и тоннелей, но и в целом в строительном производстве является эффективным и перспективным решением. Они обеспечивают высокую прочность и устойчивость конструкции, а также позволяют сократить время и затраты на строительство. Благодаря этим технологиям можно создавать надежные сооружения, которые прослужат долгие годы и улучшат качество транспортной инфраструктуры.

Железнодорожное строительство отстает в использовании современных технологий, что не позволяет снизить затраты, ускорить работы и минимизировать воздействие на окружающую среду. В будущем эти технологии будут применяться активнее, открывая путь к новым увлекательным проектам в железнодорожной отрасли.

#### Список использованных источников

1. Иванов А.Н. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в несущих конструкциях железнодорожных мостов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2020. №3 (54). С.29-37.
2. Геосинтетические технологии для железнодорожных магистралей будущего – Режим доступа: <https://soterra.ru/blog/geosinteticheskie-tehnologii-dlya-magistralej-budushchego>
3. Постников Е.А. Основное назначение геотекстиля в строительстве железной дороги или ее реконструкции / Е.А. Постников, А.В. Адер // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара-Оренбург: ОрИПС-филиал СамГУПС в г. Оренбург, 2023. С. 193-194.
4. Тихонова Г.Ю. Углебетон – инновационный материал для строительства / Г.Ю. Тихонова, А.В. Адер // Техника и технологии наземного транспорта: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 116-119.

5. Адер А.В. Экономическая компонента внедрения инновационного строительного материала в строительное производство / А.В. Адер, В.М. Коломынцев // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы Международной научно-методической конференции, Оренбург, 23 марта 2021 года. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2021. С. 313-315.

## THE USE OF MODERN MATERIALS IN THE CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF RAILWAYS

*This article describes the most modern technologies used in the construction of railways in Russia and the CIS countries.*

**Keywords:** *cellular geomatras, bridge construction, material, mechanical stabilization, soil reinforcement*

УДК 614.84

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЛЕЙНЫХ ШКАФОВ

*Адер А.В., Матвеева Д.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются принципы противопожарной безопасности релейных шкафов служб СЦБ, основные причины возгорания и методы борьбы с поджогами.*

**Ключевые слова:** *шкаф, обучение персонала, пожарная безопасность, короткое замыкание.*

Организация пожарной безопасности в релейных шкафах и помещениях требует профессионального подхода. Важно иметь специалистов, которые будут заниматься проверкой и обслуживанием этих шкафов, а также обучать персонал правилам безопасности при работе с электрическим оборудованием. Также стоит отметить, что необходимо иметь эффективные средства пожаротушения, чтобы в случае возгорания быстро и эффективно потушить огонь. Правильная организация пожаротушения и обучение персонала действиям в случае пожара также поможет минимизировать возможные последствия. Обучение персонала пожарной безопасности, а также поддержание в хорошем состоянии электрических цепей и оборудования поможет снизить риск возникновения пожаров и их негативных последствий. Одним из способов предотвращения возгорания релейных шкафов является правильная установка и обслуживание. Релейные шкафы должны быть правильно подключены к электрическим цепям и регулярно проверяться на наличие повреждений. Также необходимо следить за тем, чтобы внутри шкафа не было скопления пыли или других загрязнений, которые могут стать причиной короткого замыкания.

Для защиты релейных шкафов от перегрузок можно использовать автоматические выключатели, которые реагируют на превышение предельных значений тока. Также возможно установить тепловые реле, которые отключат цепь при повышенной температуре. Эти устройства позволяют предупредить о перегреве релейных шкафов и предотвратить возможные аварии.

Еще одним важным аспектом является обучение персонала. Сотрудники, работающие с релейными шкафами, должны знать, как правильно обращаться с ними и быть внимательными к любым изменениям в их работе. В случае обнаружения неисправностей или необычных событий, необходимо незамедлительно принимать меры по устранению проблемы или вызывать специалистов.

В целом, предотвращение возгорания релейных шкафов требует постоянного внимания и контроля. Регулярная проверка, правильная установка и обслуживание, а также обучение персонала – вот основные меры, которые помогут гарантировать безопасность и стабильность работы электрической системы. Для предотвращения возникновения пожаров необходимо регулярно проводить техническое обслуживание оборудования, очищать и проверять контакты, использовать качественные материалы при монтаже и устанавливать защитные системы от перегрева. Ответственность за безопасность работы релейных шкафов лежит как на производителях оборудования, так и на его пользователе. Только совместными усилиями можно обеспечить безопасность и надежность работы данного оборудования. Использование подделок и нарушение техники безопасности при ремонте не допустимы. Короткое замыкание может быть вызвано неправильной установкой или природными причинами. Неисправное оборудование с топливом может привести к пожару. Механические повреждения также способны вызвать возгорание, если их не починили вовремя. Для недопущения возгорания реле-шкафов следует принимать меры противопожарной безопасности, включая установку систем автоматического оповещения и тушения пожара. Также рекомендуется регулярное обслуживание и проверка электрооборудования, и в случае обнаружения повреждений – немедленная их замена. Весьма актуальным и важным вопросом является соблюдение правил пожарной безопасности для предотвращения поджогов релейных шкафов и обеспечения безопасности электрооборудования. Важно помнить, что курение рядом с электрооборудованием категорически запрещено, так как искра от сигареты может стать причиной возгорания. Также необходимо избегать образования горючих отходов вблизи релейных шкафов, так как они могут стать топливом для пожара. Рекомендуется установить камеры видеонаблюдения, чтобы контролировать доступ к электрооборудованию и идентифицировать возможных поджигателей. Важно также запирают помещения с электрооборудованием, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к нему. Обучение персонала правилам пожарной безопасности является неотъемлемой частью профессиональной деятельности, поскольку только грамотно и адекватно обученный персонал сможет действовать в экстренных ситуациях. Случаи поджигания релейных шкафов не редкость, поэтому внимание к этой проблеме должно быть постоянным. Поджоги релейных шкафов являются серьезной проблемой в России. В последние годы наблюдается рост числа случаев, а их последствия носят катастрофический характер. Отключение электросетей, аварии, перебои в электроснабжении – это только некоторые из проблем, связанных с такими поджогами [1]. Главной причиной происшествий является несоблюдение правил эксплуатации и техники безопасности.

Многие люди некорректно используют оборудование, не учитывая его особенности и допустимые пределы работы. Кроме того, злоумышленники поджигают релейные шкафы в целях кражи меди из кабелей и деталей. Это вызывает угрозу жизни и здоровью людей, а также существенно влияет на стабильность работы электросетей в регионах. Неверно спроектированное противопожарное оборудование, такое как высокотемпературные генераторы огнетушащего аэрозоля, может стать причиной возникновения пожара. Несоблюдение хороших инженерных практик производителями пожарных шкафов и стоек может привести к появлению потенциальных источников возгорания. Важно обратить внимание на качество и надежность применяемого противопожарного оборудования, чтобы избежать возможных опасностей. Также важно регулярно проводить обучение сотрудников по правилам безопасности и пожарной эвакуации, а также предусмотреть установку автоматической пожарной сигнализации и системы пожаротушения, такой как автоматические огнетушители для установки в шкафы (рисунок 1). В случае возникновения пожара необходимо немедленно вызвать пожарную службу и следовать их указаниям для быстрого и эффективного тушения огня.

Недопустимо блокировать проходы и эвакуационные выходы, а также хранить горючие материалы в неправильных местах. Соблюдение этих мер позволит минимизировать риски возникновения пожара и обеспечить безопасность жизни и имущества



Рисунок 1 – Порошковый самосрабатывающий огнетушитель

Испытания на пожаробезопасность электрической схемы и конструкции прибора или его компонента являются неотъемлемой частью процесса проверки безопасности электрооборудования. Если предварительный анализ показывает, что прибор не представляет опасности при возможных замыканиях или обрывах внешних контактов и внутренней цепи, дополнительные испытания не проводятся. Однако, при обнаружении потенциальных угроз проводятся эксперименты, направленные на определение степени нарушения целостности прибора. При этом применяется методология, регламентированная ГОСТ Р МЭК 60065. Эта стандартная процедура гарантирует соответствие электрооборудования требованиям безопасности и защищает пользователей от возможных пожаров и травм.

Власти должны принять меры для предотвращения таких происшествий. Необходимо ужесточить наказание за поджоги и кражу меди. Также необходимо проводить информационные кампании о правилах эксплуатации и технике безопасности, направленные на широкую аудиторию. Важно обучать людей, особенно работников энергетических предприятий, правильному использованию оборудования и своевременному выявлению возможных угроз.

Только совместными усилиями правительства, энергетических компаний и общественности можно решить проблему поджогов релейных шкафов. Это позволит обеспечить стабильное и безопасное электроснабжение, а также защитить жизни и здоровье граждан. Важно не останавливаться на вопросах уголовного преследования злоумышленников, но также и принимать предупредительные меры, направленные на предотвращение возникновения подобных происшествий. Поджог релейных шкафов – серьезная проблема для электросетей. Это может привести к катастрофическим последствиям и огромным экономическим убыткам. Ответственность за безопасную установку и подключение оборудования лежит на владельцах сетей. Они должны строго соблюдать правила безопасности, а также контролировать качество установленного оборудования. Однако не менее важно предотвращать кражу меди из кабелей и компонентов релейных шкафов, иначе возможны ситуации, когда поджог спровоцирован нарушителями. В случае такого инцидента, электроснабжение предприятий и населения может быть нарушено, что приведет к большим неудобствам и серьезным проблемам в экономике. Поэтому все участники энергетической системы должны быть внимательны и сознательны в отношении безопасности электрооборудования. Однако, главное последствие поджога релейных шкафов – это угроза жизни и здоровью людей. Огонь может быстро распространиться по зданию или сооружению, приводя к возникновению пожара и заполнению помещения ядовитым дымом. Это может привести к серьезным

травмам или даже смерти. Поэтому, поджигая релейные шкафы, люди не только создают материальный ущерб, но и посягают на безопасность других людей. Поэтому такие действия недопустимы и должны пресекаться со всей строгостью закона. Поджог релейных шкафов может привести к нарушениям работы электроустановок и возгораниям, а также имеет негативные последствия для преступника. Компании, занимающиеся связью, должны принимать эту проблему всерьез и предпринимать соответствующие меры для предотвращения возгораний и защиты своих релейных шкафов. Это включает в себя установку систем контроля и безопасности, регулярные проверки и обучение сотрудников. Важно понимать, что поджог релейных шкафов — это не только преступление, но и серьезная угроза для безопасности и надежности электроснабжения. Соблюдение правил безопасности при установке и обслуживании оборудования является главным принципом безопасной эксплуатации релейных шкафов. Организации должны регулярно проводить обучение своих работников в сфере правил безопасности и проверять состояние релейных шкафов. Эти меры направлены на снижение рисков возникновения пожаров и защиту персонала и населения. [2]

#### Список использованных источников

1. Электрощитовая противопожарные требования к помещению – Режим доступа: <https://perekrestok-info.com/elektroschitovaya-protivopozharnye-trebovaniya-k-pomescheniyu/>
2. Инструкция о мерах пожарной безопасности в службе РЗА – Режим доступа: <https://stroystandart.info/index.php?name=files&op=view&id=5211>

### ORGANIZATION OF FIRE SAFETY OF RELAY CABINETS

*This article describes the principles of fire safety of relay cabinets of SSB services, the main causes of fire and methods of combating arson.*

**Keywords:** cabinet, staff training, fire safety, short circuit.

УДК 656.21

### ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*Альмухаметов Р.Х., Фаррахова А.Р.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный институт путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Данная статья описывает основные понятия транспортной безопасности, а также принятые меры по увеличению транспортной безопасности на объектах железнодорожной инфраструктуры*

**Ключевые слова:** вокзал, обеспечение безопасности, транспортная безопасность, комплексный подход

Комплексный подход к обеспечению безопасности и комфорта пассажиров на вокзалах является неотъемлемой частью современной транспортной системы. Для эффективной защиты от возможных угроз и неприятностей необходимо внедрять меры транспортной безопасности на всех уровнях.

Примером успешного применения интегрированного подхода является проведение мероприятий во время чемпионата мира по футболу в 2018 году. Благодаря этим мероприятиям удалось предотвратить сбои в работе и акты незаконного вмешательства в работу транспортной системы. Это подтверждает важность комплексного подхода к обеспечению безопасности на массовых мероприятиях.



На ТБ Форуме 2019 Дирекция железнодорожных вокзалов представила свои достижения и планы по обеспечению безопасности на международных массовых мероприятиях. Это свидетельствует о серьезности и ответственности этой организации в решении проблем безопасности на вокзалах.

Очень важно обеспечить комплексный подход к обеспечению безопасности и комфорт пассажиров на вокзалах. Это означает не только введение новых технических решений и систем безопасности, но и применение современных методов и организационных мероприятий. Только так можно достичь максимальной эффективности и обеспечить безопасность пассажиров на вокзалах. Дирекция железнодорожных вокзалов активно работает над обеспечением транспортной безопасности. Одной из приоритетных задач является проведение оценки уязвимости, которая позволяет выявить слабые места и риски возможных инцидентов. На основе результатов оценки разрабатываются планы обеспечения безопасности, которые включают в себя меры по предотвращению и реагированию на чрезвычайные ситуации.

Другая важная задача – аттестация ответственных лиц и работников зон контроля. Это позволяет убедиться в их профессионализме и готовности к оперативным действиям в случае возникновения угрозы безопасности. Подразделения транспортной безопасности привлекаются для обеспечения дополнительной защиты вокзалов от незаконных вмешательств и террористических актов. Таким образом, Дирекция железнодорожных вокзалов выполняет необходимые меры для обеспечения безопасности пассажиров и персонала, а также сохранения имущества и общественного порядка на железнодорожных вокзалах.

На текущий момент компании активно занимаются обновлением технического оборудования и средств обеспечения безопасности на вокзалах. Мы уже провели оценку уровня уязвимости на 305 вокзалах, что составляет 87% от общего количества. Однако, в связи с появлением новых норм и правил, мы планируем провести дополнительную оценку в ближайшее время. Планирование дополнительных работ запланировано на следующий год. Важно отметить, что на данный момент уже одобрены 255 планов безопасности, что составляет 73% от общего количества планов. Это свидетельствует о нашей ответственности и готовности обеспечить безопасность пассажиров на вокзалах. Одной из главных задач пилотного проекта является разработка и внедрение эффективной системы защиты вокзалов от возможных террористических и преступных актов. Планируется создание комплексных мер по обеспечению безопасности пассажиров и персонала, а также предотвращению возможных угроз. В рамках проекта будет проведен анализ существующих систем безопасности на станциях вокзалов и определены возможности для их совершенствования.

Организации, задействованные в проекте, будут проводить комплексные проверки и тестирования уже существующих систем безопасности на выбранных станциях. Результаты этих проверок будут использованы для разработки и внедрения новых методов и технологий, которые позволят более эффективно обеспечивать безопасность на вокзалах.

Кроме того, в рамках пилотного проекта осуществляется работа по подготовке и обучению персонала, ответственного за обеспечение безопасности на вокзалах. Проводятся тренировки и симуляции возможных экстремальных ситуаций, а также обучение технике быстрой реакции и координации действий в случае чрезвычайных ситуаций.

После завершения пилотного проекта и успешной отработки технологий защиты на выбранных станциях, планируется распространить эти методы и технологии на другие вокзалы по всей России. Это позволит обеспечить единый уровень безопасности на всех станциях и снизить риски возможных преступных актов.

В итоге, проведение данного пилотного проекта позволит улучшить безопасность на вокзалах и повысить уровень защиты пассажиров и персонала. Он является важной составляющей в общей системе обеспечения транспортной безопасности и поможет снизить возможные риски и угрозы на транспортных объектах. Организация конкурсной процедуры на основании положительного опыта была проведена с целью продления проекта на двух вокзалах. Кроме того, в связи с подготовкой к чемпионату мира по футболу, была проведена конкурсная процедура по восьми объектам. Однако, из-за отсутствия участников остальные конкурсы не состоялись. В результате, было принято решение привлечь ПТБ на основании распоряжения ОАО "РЖД"[1].

В 2018 году ПТБ были привлечены на 45 вокзалах, включая работы в группах досмотра и группах быстрого реагирования. Досмотры с использованием стационарных рентгеновских установок проводились сотрудниками ОАО "РЖД". В 2019 году был осуществлен значительный прогресс в обеспечении безопасности на вокзалах. Ранее не все сотрудники, задействованные в работе, проходили аттестацию в соответствии с договорными требованиями и обязанностями. В таких случаях их работа не оплачивалась, а также им накладывались штрафы.

Однако в последнее время ситуация значительно улучшилась. На вокзалах было использовано различное оборудование для контроля безопасности пассажиров и багажа. В число такого оборудования входят рентгеновские установки, металлодетекторы, аппаратура контроля радиации и т. д.

В течение 2019 года на 47 вокзалах Дирекции привлекались подразделения технической безопасности (ПТБ). При этом на пяти из них проводились мероприятия с использованием рентгеновского оборудования.

Эти меры позволили значительно повысить уровень безопасности на вокзалах и улучшить процедуры контроля пассажиров и багажа. Дополнительная аттестация инспекторов входного контроля была проведена в связи с проведением чемпионата мира по футболу в 2018 году. Они осуществляют досмотровые мероприятия на входных группах вокзалов, которые находятся в городах, где проходят матчи. Все вокзалы дирекции оснащены современной технической аппаратурой, обеспечивающей безопасность. К такой аппаратуре относятся рентгеновские установки, металлодетекторы, аппаратура для радиационного контроля и другие необходимые устройства. Обновление оборудования на вокзалах осуществляется по двум проектам: "Транспортная безопасность" и "Реконструкция ВК".

С момента 2011 года на железнодорожных вокзалах по всей стране было установлено огромное количество современного оборудования для обеспечения безопасности. Рентгеновские установки, металлодетекторы, приборы для обнаружения паров взрывчатых веществ, системы радиационного контроля и видеокамеры – все это нашло свое место на 122 вокзалах нашей страны. В течение 2017, 2018 и 2019 года на определенном количестве вокзалов были проведены контрольные осмотры с применением рентгенотелевизионных установок, а в будущем, в 2019 и 2020 годах, планируется обеспечение еще большего количества вокзалов современными досмотровыми устройствами. В дополнение к этому, осуществляется оснащение вокзалов передовыми видеонаблюдением, охранной сигнализацией и системами управления контролем доступа, для того, чтобы сделать путешествие по железной дороге еще более безопасным и комфортным для пассажиров. В прошедшем году было проведено 10 тыс. проверок для обеспечения транспортной безопасности. В результате этих проверок было обнаружено 120 тыс. нарушений требований безопасности. Однако не стоит забывать и о других действиях, направленных на повышение уровня безопасности на вокзалах. Большое внимание было уделено подготовке персонала, чтобы они были готовы к любым возможным ситуациям и знали, как реагировать на них.

Также были усовершенствованы системы видеонаблюдения, что позволило обнаруживать возможные угрозы своевременно. Время не стоит на месте, и внедрение новых технологий для обеспечения безопасности на вокзалах является неотъемлемой частью нашей работы. В целом, в отчетном году мы смогли значительно улучшить контроль и обеспечение транспортной безопасности на вокзалах, но работа по этому направлению не прекращается, и мы продолжаем совершенствоваться для защиты граждан.

Силовые ведомства ФСБ и МВД провели тренировки и учения по транспортной безопасности на вокзалах. В результате были выявлены недостатки, которые были учтены для улучшения организации безопасности и ее эффективности. Также отмечается рост проведения досмотров и обнаружения запрещенных предметов, что говорит о совершенствовании работы по обеспечению безопасности на транспорте. Дополнительно в рамках улучшения безопасности пассажиров было ужесточено правило о максимальном размере ручной клади, что позволяет исключить возможность перевозки опасных предметов в кабине самолета. Также было внедрено более развитое оборудование для обнаружения запрещенных предметов на пассажирах и в их багаже. Результаты показали, что эти меры значительно повысили уровень безопасности и снизили возможность возникновения инцидентов на транспорте [2].

В целом, введение строжайших мер безопасности оказалось необходимым и положительно сказалось на безопасности транспортных средств и пассажиров. Внедрение современных систем видеонаблюдения на вокзальных комплексах позволило значительно снизить количество сообщений и звонков по обнаружению и угрозам в 2018 году по сравнению с предыдущим годом. Это свидетельствует о повышении безопасности пассажиров и посетителей вокзалов. Новые системы располагают высоким качеством записей и долгим сроком их хранения. Архивные записи предоставляются правоохранительным органам по запросам, что обеспечивает эффективную работу в расследовании инцидентов и предотвращении потенциальных угроз. Внедрение современных технологий стало важным шагом в создании безопасной и комфортной обстановки на вокзалах.

#### Список использованных источников

1. Обеспечение транспортной безопасности вокзальных комплексов – Режим доступа: <https://www.secuteck.ru/articles/obespechenie-transportnoj-bezopasnosti-vokzalnyh-kompleksov>

### TRANSPORT SECURITY AT RAILWAY INFRASTRUCTURE FACILITIES

*This article describes the basic concepts of transport security, as well as the measures taken to increase transport security at railway infrastructure facilities*

**Key words:** railway station, security, transport security, integrated approach

УДК 656.21

### МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Альмухаметов Р.Х., Фаррахова А.Р.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Данная статья описывает основные аспекты и комплексы мер, направленных на повышение транспортной безопасности*

**Ключевые слова:** транспортная безопасность, национальная безопасность, окружающая среда, транспортная сфера, транспортная инфраструктура, безопасность пассажиров.

Транспортная безопасность играет важную роль в обеспечении безопасности страны в целом. Она включает в себя защиту граждан, предотвращение террористических актов и преступлений на транспорте, а также обеспечение безопасности грузов и пассажиров. Для обеспечения транспортной безопасности необходимо разработать эффективные стратегии и меры, которые позволят минимизировать риски и повысить уровень безопасности. Кроме того, важно создать систему надзора и контроля на транспорте, обучить персонал и оснастить транспортные средства современными системами безопасности. Только таким образом можно обеспечить безопасность перевозочного процесса и защитить национальные интересы в сфере транспорта. Таким образом, транспортная безопасность является неотъемлемой частью общей безопасности РФ и требует постоянного внимания и совершенствования. Транспортная безопасность — это комплекс мер и действий, направленных на обеспечение безопасности людей и окружающей среды в процессе использования транспортных средств. Главная цель транспортной безопасности - минимизация рисков и предотвращение транспортных происшествий, а также защита жизни и здоровья граждан.

Основными аспектами транспортной безопасности являются:

1. Предотвращение преступлений. В рамках транспортной безопасности проводятся мероприятия по предупреждению пограничных преступлений, контрабанды и незаконной миграции на границе, а также по обеспечению безопасности пассажиров и грузов во время перевозок.

2. Предупреждение чрезвычайных происшествий. Это включает в себя обеспечение профилактики пожаров и взрывов на транспорте, а также разработку и реализацию планов эвакуации и спасательных операций в случае ЧС.

3. Снижение риска ущерба от транспортных происшествий. В этом аспекте акцент делается на профилактике дорожно-транспортных происшествий и улучшении безопасности дорожного движения, включая обеспечение соответствия техническому состоянию транспортных средств и развитие системы контроля и надзора на дорогах.

4. Улучшение экологической безопасности. Под этим понимается минимизация негативного воздействия транспорта на окружающую среду, включая снижение выбросов вредных веществ и улучшение экологических характеристик транспортных средств.

5. Достижение национальной безопасности в транспортной сфере. Это включает в себя обеспечение защиты критически важных объектов в транспортной инфраструктуре от террористических угроз и саботажа, а также обеспечение безопасности и защиту информационных систем в транспортной сфере.

Обеспечение транспортной безопасности - одна из важных задач государства, которая требует комплексного подхода, сотрудничества различных служб и организаций, а также активного участия граждан. Совместные усилия всех заинтересованных сторон позволят создать безопасную среду для транспортного движения и защитить жизнь и здоровье людей в этой сфере. Транспортная безопасность – одна из важнейших составляющих устойчивого развития современных транспортных систем. Она включает в себя множество аспектов, которые направлены на обеспечение безопасности пассажиров, грузов и инфраструктуры.

Первым и основным аспектом является безопасность пассажиров и грузов. В этой сфере ставится цель обеспечить безопасность пассажиров во всех видах транспорта – воздушном, водном и наземном. Для этого используются различные меры, включая обучение персонала, введение инновационных технологий и применение специального

оборудования. Также большое внимание уделяется безопасности перевозимых грузов, особенно если это опасные или ценные материалы.

Вторым аспектом является безопасность транспортной инфраструктуры. Здесь основная цель – предотвращение аварийных ситуаций и обеспечение надежности инфраструктуры. Это включает в себя регулярное техническое обслуживание и модернизацию транспортных средств, применение современных технологий и разработку эффективных систем управления.

Третий аспект – экономическая безопасность. Она связана с обеспечением эффективности и устойчивости транспортных систем, а также с обеспечением финансовой устойчивости транспортных компаний. Для этого важно проводить анализ и оптимизацию затрат, повышать энергоэффективность и минимизировать риски финансовых потерь.

Четвертым аспектом является энергетическая безопасность. В связи с ростом потребления энергии в транспортной сфере, она становится все более актуальной. Основная задача – обеспечить пропускную способность топливного рынка и снизить зависимость от импорта. Для этого необходимо разработать энергосберегающие технологии и использовать возобновляемые источники энергии.

Пятый аспект – информационная безопасность. С увеличением использования информационных технологий в транспортных системах, растет и угроза информационной безопасности. Здесь важно защищать информацию о пассажирах, грузах и транспортной инфраструктуре от несанкционированного доступа и злоумышленников.

Шестым аспектом является экологическая безопасность. В связи с ухудшением экологической ситуации во всем мире, в транспортной сфере стоит задача минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Для этого применяются различные меры, такие как использование экологически чистого транспорта, внедрение энергосберегающих и автоматизированных систем, а также разработка экологических стандартов.

Весь комплекс мер по обеспечению транспортной безопасности направлен на минимизацию рисков и обеспечение комфорта и безопасности пассажиров и грузов. Это актуальная проблема, требующая постоянного внимания и разработки новых технологий и решений. Одним из главных приоритетов государства является обеспечение национальной безопасности. Для этого необходимо анализировать и предупреждать различные угрозы, которые могут возникнуть как извне, так и изнутри страны.

Среди внешних источников угроз важное место занимает международная террористическая активность. На сегодняшний день мировая общественность сталкивается с угрозой террористических организаций, которые могут проникнуть на территорию России или использовать свои силы и средства в ее воздушном и морском пространстве. Это требует от государства принятия мер по повышению безопасности на границах, а также усиление контроля на въездах и выездах страны.

Не менее опасным источником угроз является экстремистские и сепаратистские движения национальной природы. Подобные движения могут создать угрозу для единства и целостности Федерации. В таких случаях важно оперативно выявлять и предотвращать попытки провокаций, а также находить пути урегулирования конфликтов, чтобы сохранить социальную и политическую стабильность в стране.

В мировом сообществе также довольно актуальной проблемой является пиратство и международное преступление. С течением времени эти явления становятся все более организованными и проникновение пиратов и международных преступных групп на территорию России может негативно отразиться на национальной безопасности. В связи с этим необходимо принимать меры по укреплению границ, контролю над внешними водными пространствами и сотрудничеству с международными организациями по борьбе с международным преступлением.

В современном мире нельзя не учитывать и крупномасштабные экологические катастрофы, и аварии на объектах внешнего оборота и транспортировки опасных грузов.

Подобные ситуации могут привести к серьезным последствиям, как для самой страны, так и для ее окружающей среды. Для предотвращения и уменьшения риска подобных событий необходимо усовершенствовать систему контроля и безопасности на объектах эксплуатации и транспортировки опасных веществ, а также повышать уровень профессионализма персонала.

Нельзя также игнорировать потенциальные угрозы от войск и сил других государств, в том числе и их нелегальных вооруженных формирований. В случае вооруженного конфликта внутри страны или на ее границах, государство должно быть готово эффективно противостоять агрессивным действиям.

Однако, необходимо также принимать во внимание и внутренние источники угроз. Преступность различного уровня и проявления также составляют значительную опасность для национальной безопасности. В этом контексте необходимо разрабатывать и внедрять меры по борьбе с преступностью и укреплению правопорядка [1].

Экстремистские движения внутри страны также могут становиться угрозой, особенно если они направлены на подрыв стабильности и нарушение конституционного строя. Поэтому государству необходимо активно противостоять и предотвращать развитие таких движений, проводить работу по разъяснению идеологических принципов государства и предотвращать их распространение.

Также необходимо отметить необеспечение принципов безопасности при выполнении транспортных работ и обслуживании перевозочных средств, что может создать условия для возникновения аварий и катастроф на транспорте. Для предотвращения подобных ситуаций необходимо строго контролировать выполнение правил техники безопасности, а также повышать квалификацию персонала.

Акты терроризма и нарушения общественного порядка на транспорте и его объектах также представляют угрозу. Защита граждан от террористических актов и предотвращение нарушений общественного порядка должны быть одними из важнейших задач государства.

Наконец, важно отметить возможность конфликтов и боевых действий в зонах вооруженных конфликтов. В таких ситуациях необходимо внимательно следить за развитием событий и принимать меры для защиты интересов государства и его граждан.

В заключение, внешние и внутренние источники угроз являются реальными проблемами национальной безопасности. Для их предотвращения необходимо разрабатывать и совершенствовать систему контроля, повышать уровень профессионализма персонала и активно взаимодействовать с международным сообществом. Только такое комплексное решение позволит обеспечить национальную безопасность и защитить интересы государства. Текущая система безопасности транспортных объектов и методы, техники и средства, используемые для защиты граждан и окружающей среды в случае чрезвычайных ситуаций в транспорте, не полностью соответствуют существующим и потенциальным угрозам. Срочная задача заключается в достижении правильного понимания роли и места транспортной безопасности в обеспечении национальных интересов России. Однако на данный момент как государственные институты, так и общественность не полностью осознают эту проблему. Целевая программа модернизации транспортной системы страны, которая предполагает привлечение инвестиций около 150 миллиардов долларов на протяжении 10 лет, не предусматривает специального раздела о транспортной безопасности, утвержденного Правительством Российской Федерации. В настоящее время Департамент не в состоянии справиться с масштабными задачами, связанными с транспортной безопасностью. Это вызвано не только недостатком ресурсов и квалифицированных кадров, но и отсутствием единой стратегии и координации между разными организациями, занимающимися транспортным комплексом.

Транспортная безопасность является общим интересом не только для государства, но и для бизнеса и обычных людей. Ведь снижение уровня безопасности на транспорте может привести к серьезным последствиям, включая угрозу жизни и здоровью пассажиров, экономический ущерб и потерю доверия к системе транспорта.

Для обеспечения надежной безопасности необходимо объединение всех усилий. Важно разработать единую стратегию, которая включала бы комплекс мер по предотвращению и реагированию на возможные угрозы. Организации, занимающиеся безопасностью на транспорте, должны установить эффективный механизм взаимодействия и обмена информацией, чтобы оперативно реагировать на возникшие проблемы.

Также необходимо увеличить финансирование на обеспечение безопасности на транспорте. Вложение дополнительных средств в обновление и модернизацию системы безопасности позволит снизить уровень риска и повысить уровень защиты пассажиров. Кроме того, важно проводить регулярные тренировки персонала и осуществлять контроль за исполнением правил и норм безопасности.

В целом, обеспечение транспортной безопасности является сложной задачей, требующей совместных усилий от всех заинтересованных сторон. Только объединившись, мы сможем создать безопасное и комфортное пространство для перемещения людей и грузов [2].

#### Список использованных источников

1. Совершенствование систем обеспечения безопасности перевозочного процесса на транспорте – Режим доступа: <https://apni.ru/article/5722-sovershenstvovanie-sistem-obespecheniya>
2. Карагодин А.В. Перспективы повышения состояния защищенности объектов транспортной инфраструктуры // А.В. Карагодин, Р.М. Степкин. ППД. 2017. №2. С.108-112.

### METHODS OF INCREASING TRANSPORT SECURITY

*This article describes the main aspects and sets of measures aimed at improving transport security*

**Keywords:** *transport security, national security, environment, transport sphere, transport infrastructure, passenger safety*

УДК 656.25

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

*Болвах М.В., Сырый А.А.*

*Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», Тихорецк, Россия*

*В статье рассмотрены особенности применения на железнодорожном транспорте микропроцессорных систем электрической централизации, описаны преимущества данных систем, приведена характеристика отечественной микропроцессорной системы ЭЦ-ЕМ*

**Ключевые слова:** *системы автоматики и телемеханики, безопасность движения, электрическая централизация, аппаратно-программная логика, структура, вычислительный комплекс, напольное оборудование*

На железной дороге постоянно внедряют инновации, которые позволяют увеличить безопасность движения поездов и пропускную способность станций и перегонов. В

системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) также внедряются инновации. Системы ЖАТ переходят от традиционной аппаратуры к микропроцессорной. Одной из таких инноваций является микропроцессорная централизация (МПЦ).

МПЦ имеет множество преимуществ перед традиционными системами централизаций:

- более простая стыковка с системами уровень управления которых выше;
- простота адаптации системы при изменении путевого развития станции;
- наличие диагностических систем - диагностика позволяет находить предотказы намного проще и быстрее;
- значительно меньший объём строительного-монтажных работ;
- экономия дефицитных материалов.

Одной из таких систем является электрическая централизация единого ряда микропроцессорная - ЭЦ-ЕМ.

ЭЦ-ЕМ – это МПЦ, которая предназначена для управления стрелками и сигналами светофоров на станции. Система ЭЦ-ЕМ разработана Российской компанией ОАО «Радиоавионика». ЭЦ-ЕМ является гибридной системой электрической централизации (ЭЦ), в которой все зависимости такие как: установка, отмена маршрутов при проследовании поезда и т.д. выполнены программным способом с соблюдением высокого уровня безопасности, а управление напольным оборудованием выполняются при помощи реле. Система ЭЦ-ЕМ осуществляет в реальном времени сбор, обработку и хранение технологической информации о текущем состоянии объектов МПЦ. На основании полученной информации реализуются технологические алгоритмы централизованного управления станционными объектами низовой и локальной автоматики сформированием и выдачей управляющих воздействий, и при необходимости сообщается дежурному по станции (ДСП). Одновременно производится непрерывная диагностика состояния технических средств системы, а сформированные данные оперативно передаются ПЭВМ рабочего места ДСП для отображения состояния объектов МПЦ и результатов диагностирования [1]. В системе ЭЦ-ЕМ средствами вычислительной техники были реализованы задачи контроля технологического процесса на станции, соблюдения всех зависимостей стрелок и светофоров в маршрутах, что обеспечивает высокую безопасность движения поездов. Это стало возможным благодаря специалистам Гипротрансигналсвязь (ГТСС), создавшим уникальное программное обеспечение, реализованное с учётом всех требований безопасности и решающий задачи централизации светофоров и стрелок на станции. Проверка комплекса прикладного программного обеспечения (ППО) на безопасность ведётся статическим, функциональным и динамическим методами тестирования.

В системе ЭЦ-ЕМ реализованы три режима функционирования:

- основной;
- вспомогательный;
- аварийный.

Основной режим осуществляется при полной исправности устройств ЭЦ-ЕМ на станции и обеспечивает высокую безопасность при управлении объектами централизации.

Вспомогательный режим осуществляется при частичной неисправности напольных устройств низовой автоматики при полной исправности управляющего вычислительного комплекса ПС-1001 (УВК ПС1001) и предусматривает управление централизацией с пониженной степенью безопасности, так как часть ответственности на себя берёт дежурный по станции (ДСП).

Аварийный режим осуществляется при выходе из строя вычислительного ядра УВК ПС-1001. Он предусматривает открытие пригласительных сигналов и перевод стрелок без проверки условий безопасности [2].



Система ЭЦ-ЕМ использует рельсовые цепи тональной частоты (ТРЦ) на станции что обеспечивает более высокую безопасность при пробое изолирующего стыка по сравнению с фазочувствительными рельсовыми цепями. В системе ЭЦ-ЕМ три уровня аппаратуры. Первым (верхним) уровнем являются: автоматизированное рабочее место обслуживающего персонала (АРМ ШН) и автоматизированное рабочее место оперативного персонала (АРМ ДСП). Второй (средний) уровень – это управляющий вычислительный комплекс (УВК РА-01). К третьему (нижнему) уровню относятся: релейные схемы исполнительной группы и напольное оборудование.

Одной из особенностей системы ЭЦ-ЕМ является возможность видеть построенные маршруты и поездную обстановку на смежных станциях.

Также система ЭЦ-ЕМ интегрирована с автоматической блокировкой с тональными рельсовыми цепями с централизованным размещением аппаратуры единого ряда микропроцессорная (АБТЦ-ЕМ). АБТЦ-ЕМ позволяет применять бесстыковые рельсовые линии на перегоне, уменьшить количество аппаратуры на перегоне. Благодаря системе АБТЦ-ЕМ стало возможно исключить релейные шкафы и сигнальные точки на перегоне.

Система ЭЦ-ЕМ является микропроцессорной, но по составу аппаратуры её можно также считать гибридной т.к. в этой системе имеется контактная аппаратура в отличие от МПЦ «Ebilock-950» которая является полностью микропроцессорной. Но если ЭЦ-ЕМ сравнивать с такой гибридной системой, как релейно-процессорная централизация «Дон» (РПЦ «Дон»), то у ЭЦ-ЕМ будет несколько преимуществ:

1. Уменьшение объёма релейных помещений за счёт уменьшения количества контактной аппаратуры – это связано с тем, что РПЦ «ДОН» имеет компоновку исполнительной группы на базе универсальных технических решений блочно-маршрутной релейной централизации с применением реле типа БН (БМРЦ-БН).
2. Накопление маршрутов, как по времени, так и по очереди.
3. Трёхуровневое резервирование АРМ ДСП благодаря этому увеличивается безопасность движения поездов в случае выхода из строя АРМ ДСП.

Система ЭЦ-ЕМ является наиболее перспективной системой централизации в России за счёт полностью отечественной элементной базы и других вышеперечисленных преимуществ. В настоящий момент ЭЦ-ЕМ активно внедряется на Российские железные дороги, благодаря этому увеличивается безопасность, грузооборот и пассажирооборот.

#### **Список использованных источников**

1. Сапожников В.В. Микропроцессорные системы централизации: учебник / В.В. Сапожников, В.А. Кононов, С.А. Куренков, А.А. Лыков, О.А. Наседкин, А.Б. Никитин, А.А. Прокофьев, М.С. Трясов. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. 398 с.
2. Кондратьева Л.А. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: учебное пособие. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. 324 с.

### **PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF MICROPROCESSOR SYSTEMS OF ELECTRICAL CENTRALIZATION**

*The article discusses the features of the use of microprocessor systems of electrical centralization in railway transport, describes the advantages of these systems, and describes the characteristics of the domestic microprocessor system EC-EM*

**Keywords:** *automation and telemechanics systems, traffic safety, electrical centralization, hardware and software logic, structure, computing complex, outdoor equipment*

УДК 338.2, 316.776, 659.4

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ КЛАСТЕРА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ НОРМАЛЬНОСТИ

*Бомбин А.Ю.<sup>1</sup>, Андрианова Н.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,

<sup>2</sup>Санкт-Петербург, Россия,

Центр кластерного развития АО «Технопарк Санкт-Петербурга»,

Санкт-Петербург, Россия

*В статье поднимается вопрос о значении и развитии цифровых коммуникаций кластера в контексте обеспечения устойчивости бизнеса с точки зрения современных социально-экономических вызовов. Авторы приводят факторы, способствующие быстрой адаптации кластеров к новым условиям рынка, обеспечивая их устойчивость. Рассматриваются некоторые рекомендации с точки зрения трансформации цифровых коммуникаций кластера.*

**Ключевые слова:** *цифровая коммуникация, устойчивость кластера, качество коммуникации, стратегия, социальные вызовы.*

В условиях современной динамичной реальности, охватившей весь мир, система цифровых коммуникаций кластера становится ключевым фактором его развития и конкурентоспособности. Новая нормальность, сформировавшаяся под воздействием глобальных вызовов, таких как пандемия и цифровая революция, требует от кластеров активного адаптирования и модернизации их коммуникационных практик.

Коммуникации в кластере можно рассматривать как командную работу, совместные усилия группы для достижения общей цели или выполнения задачи наиболее эффективным и действенным способом.

На современном этапе развития бизнеса цифровые коммуникации предоставляют кластерам широкий спектр возможностей для укрепления внутренних связей между участниками и улучшения взаимодействия с внешней средой. Такой формат коммуникации стал неотъемлемой частью жизни бизнеса, потому как использование цифровых сервисов видеоконференции (Яндекс.Телепорт, MS Word, Zoom и пр.) и облачных платформ (Яндекс.Облако, VK Cloud, #cloudMTC, Selectel и др.), позволяет кластерам поддерживать более эффективное внутреннее взаимодействие и взаимодействие с клиентами.

Для построения эффективной системы цифровых коммуникаций, важна ориентированность на достижение результатов стратегий и планов кластера. Среди прочих условий достижения результатов кластера, требуется снизить риск возможных разрывов при передаче информации и ее интерпретации. Речь идет об определении инструментов для совместной работы, в которых можно учитывать макро- и микросреду кластера, а также их взаимодействие.

При выборе цифровых средств коммуникации кластера также требуется учитывать наличие нормативных и разрешительных документов, касающихся программных продуктов, применяемых в Российской Федерации вообще, и в различных отраслях, в частности: например, Постановление Правительства Российской Федерации от 22.08.2022 г. № 1478 «Об утверждении требований к программному обеспечению, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, используемому органами государственной власти, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом “О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц”...» [3].

Для предприятий государственного и корпоративного секторов, требуются решения, серверная часть которых размещена на территории Российской Федерации. Учитывая, что

в кластер могут входить корпорации с государственным участием, при выборе канала коммуникации, рекомендуется учитывать данное требование и согласовывать с такими компаниями выбор средств кластерной коммуникации.

Стоит также отметить, что разработкой и администрированием средств коммуникации должна заниматься компания, зарекомендовавшая себя на рынке как надежный поставщик продуктов и услуг, которая не оставит, внезапно, клиентов без новых версий продукта и поддержки. Примеры российских инструментов / сервисов для осуществления совместной работы приведены в таблице 1. Стоит также обратить внимание на то, что интернет-коммуникации также имеют особое значение в процессе обеспечения устойчивости кластера [2]. Они позволяют оперативно реагировать на изменения на рынке и быстро адаптироваться к новым условиям, под воздействием определенного ряда условий, направленных на обновление информации, риск-менеджмент, адаптивные способности, кризис-менеджмент и мобильность взаимодействия.

Таблица 1 – Российские сервисы для совместной работы

№ п/п	Сервис	№ п/п	Сервис
1	Dialog	5	P7-Команда
2	Samoware, CommuniGate	6	Битрикс24
3	eXpress	7	Мегеплан
4	TrueConf	8	VK Teams

*Оперативное информационное обновление.* В данном случае, мы подразумеваем то, что коммуникации имеют возможность обеспечивать непрерывное и оперативное информационное обновление, что позволяет кластеру оперативно реагировать на рыночные преобразования, экономические тренды и конкурентные вызовы.

*Риск-менеджмент.* Благодаря цифровым инструментам анализа данных и сервисам моделирования рисков ситуаций появляется возможность предсказывать потенциальные угрозы и формировать стратегии их минимизации.

*Адаптивные способности.* Цифровые коммуникации оказывают благоприятное влияние на кластеры в отношении скорости изменения их бизнес-процессов и целых стратегий, дабы следовать актуальным условиям рынка, что позволяет кластерам адаптироваться к новым реалиям с меньшими потерями и оставаться конкурентоспособными.

*Кризис-менеджмент.* Интернет-коммуникации содействуют более эффективному управлению кризисами, что может быть выражено в оперативности кластеров формировать команды или проектные группы для решения проблем неотложного характера и своевременно информировать резидентов и стейкхолдеров о текущей ситуации.

*Мобильность взаимодействия.* Благодаря цифровым коммуникациям кластеры имеют возможность оставаться на связи со всеми целевыми группами общественности, а также своей целевой аудиторией даже в условиях каких-либо ограничений на перемещение или личные встречи [1]. Данная особенность оказывает благоприятное воздействие на сохранение и упрочение международных связей, и доступ к рынкам.

Важно отметить, что цифровые коммуникации повышают устойчивость кластера, делая его более гибким и готовым к различным вызовам, включая экономические кризисы, эпидемии (что было продемонстрировано в период COVID-19) и, в том числе, изменения потребительского спроса. Эффективное использование коммуникаций цифрового формата

становится стратегической необходимостью для кластеров, которые стремятся сохранить и повысить свою конкурентоспособность в условиях новой нормальности.

Дополнительно, стоит отметить, что к принципам построения цифровой коммуникации кластера можно отнести следующие правила:

1. Цель совместной цифровой коммуникации должна быть понятна для всех участников и всеми принята;
2. Партнеры по совместной деятельности должны знать задачи друг друга;
3. При работе должны соблюдаться этика взаимоотношений, обеспечиваться взаимное понимание и свободный обмен информацией;
4. Разработка правил взаимодействия внутри коммуникационной системы и выполнение этих правил всеми участниками кластера;
5. Учитывать сильные стороны участников кластера и наращивать их, знать проявление слабых сторон и помогать от них избавляться;
6. Все участники кластера максимально полно ознакомлены с условиями совместной работы. Вся информация о цифровой коммуникации, а также ее изменениях должна быть легкодоступна;
7. Каждый участник кластера несет максимальную ответственность за свой участок при работе в совместном мессенджере.

Необходимо подчеркнуть, что для повышения качества системы коммуникаций кластера может потребоваться использовать комплексный и системный подход. Подходы, фундаментальные особенности которых базируются на ряде стратегических рекомендаций для успешной реализации цифровой трансформации (таблица 2).

Таблица 2 – Рекомендации по цифровой трансформации цифровых коммуникаций кластера (по направлениям)

п/п	Направление	Сущность
1	Сотрудничество и партнерство	То есть кластеры могут сотрудничать с технологическими стартапами, исследовательскими центрами и другими кластерами для обмена знаниями и опытом в области цифровых коммуникаций – формирование общей системы знаний.
2	Разработка цифровой стратегии	Кластерные объединения должны разрабатывать четкую цифровую стратегию, определяющую цели, приоритеты и планы развития в области цифровых коммуникаций.
3	Мониторинг и оценка	Постоянный мониторинг эффективности цифровых коммуникаций позволяет определять улучшения и корректировать стратегию в реальном времени.
4	Участие сообщества	Вовлечение резидентов кластера в процесс развития цифровых коммуникаций через фидбэк и участие в принятии решений способствует более успешной реализации изменений.
5	Государственная поддержка	Государственные институты и органы могут оказывать поддержку кластерам путем формирования благоприятного законодательного окружения и финансовой поддержки цифровых инициатив.

Составлено авторами на основании [4, 5, 6].

Все эти меры способствуют не только развитию цифровых коммуникаций кластера, но и его способности адаптироваться к быстроизменяющимся условиям, стимулировать инновации и укреплять свою позицию в современной экономической среде. Эффективная система цифровых коммуникаций становится ключевым активом для кластеров в новой нормальности и содействует их долгосрочному успеху.

Использование современных цифровых инструментов и технологий способствует более эффективному взаимодействию резидентов кластера, повышению уровня устойчивости кластера к экономическим и социальным вызовам, а также стимулирует развитие новых идей и проектов.

Таким образом, кластеры, активно инвестирующие в развитие системы цифровых коммуникаций, в состоянии не только выживать в быстроизменяющейся среде, но и процветать, адаптируясь к условиям новой нормальности и обеспечивая свой долгосрочный успех в глобальной экономике. Эффективная система цифровых коммуникаций становится неотъемлемым фундаментом для кластеров, стремящихся оставаться на высоком уровне инновационного развития и удерживать лидирующие позиции в своей отрасли.

#### Список использованных источников

1. Буркальцева Д.Д. Анализ взаимодействия и построения коммуникации на примере субъектов деятельности ИТ-кластера как основы цифровой трансформации региона / Д.Д. Буркальцева, Л.В.Савченко, С.И. Польская, О.А. Гук. Экономика и Индустрия 5.0 в условиях новой реальности (ИНПРОМ-2022): сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 28–30 апреля 2022 года. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. С. 361-366.
2. Бомбин А.Ю. К вопросу о влиянии кластера на устойчивость бизнеса и процесс развития инноваций. Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 2(148). С. 122-130.
3. Постановление Правительства РФ от 22.08.2022 N 1478 «Об утверждении требований к программному обеспечению...»// СПС Консультант Плюс. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_425279](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_425279)
4. Andrianyta H. et al. Actor-objectives analysis in technology transfer systems in agricultural technology parks using MACTOR analysis //AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. Т. 2485. №. 1. <https://doi.org/10.1063/5.0105460>.
5. Boutenko V. et al. The Metaverse Will Enhance-Not Replace-Companies' Physical Locations //Harvard Business Review (August). 2022.
6. Engel J. S. (ed.). Clusters of Innovation in the Age of Disruption. Edward Elgar Publishing, 2022.

### DEVELOPMENT OF THE CLUSTER'S DIGITAL COMMUNICATIONS SYSTEM UNDER THE CONDITIONS OF NEW NORMALCY

*The article raises the issue of the importance and development of cluster digital communications in the context of business sustainability in terms of modern socio-economic challenges. The authors cite the factors that contribute to the rapid adaptation of clusters to new market conditions, ensuring their sustainability. Some recommendations from the point of view of transformation of digital communications of the cluster are considered.*

**Keywords:** *digital communication, cluster sustainability, quality of communication, strategy, social challenges*

УДК 621.43

#### ГИБКАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА – МАТЕРИАЛ НОВОГО ТИПА

*Васильева М.А.<sup>1</sup>, Набатчикова Т.О.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия*

<sup>2</sup>*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*К числу отделочных материалов нового типа следует отнести гибкую керамическую плитку. Она является абсолютно новым облицовочным материалом, который создается с применением уникальных технологий, позволяющих максимально естественно воссоздавать природную структуру натурального дикого камня.*

**Ключевые слова:** *гибкая керамическая плитка, отделочные материалы, декоративный материал*

Инфраструктура железной дороги нуждается в дизайнерских, бюджетных, экологически чистых отделочных материалах. Одним из таких материалов нового типа является гибкая керамическая плитка. Она подходит как для наружной отделки, так и для создания внутреннего интерьера общественных и производственных зданий.

Гибкая керамика относится к категории композитных материалов, разработана специалистами Корнельского университета. Она изготавливается из специального материала, состоящего из мраморной крошки, модифицированной глины с добавлением пигмента и других наполнителей. Благодаря процессу высокотемпературной обработки материал приобретает гибкость и мембранную структуру.

Главным преимуществом такой плитки является абсолютно безопасный для здоровья человека состав. Поэтому чаще всего отделка используется, в частности, для внутренних работ. Популярность данный материал приобрёл благодаря своим свойствам.

Во-первых, мелкие поры у плитки не препятствуют естественной циркуляции воздуха, что обеспечивает комфортный микроклимат в помещении.

Во-вторых, плитка отличается лёгким весом, который не оказывает дополнительную нагрузку на несущие конструкции строения.

В-третьих, эластичность плитки может позволить выполнить отделку сложных архитектурных элементов.

Кроме того, в гибкой керамической плитке отсутствуют токсичные вещества. Она устойчива от выгорания и от воздействия ультрафиолета.



Рисунок 1 – Укладка гибкой плитки

Гибкая керамическая плитка идеально подходит для укладки на бетон, кирпич, газобетон, гипсокартон и различные теплоизоляторы с плотной структурой (рисунок 1). В наружной отделке это в первую очередь фасады, углы зданий, оконные откосы, цоколи. Правильная отделка основания/плинтуса гармонично сочетается с любым внешним видом. Благодаря своей гибкости плитки можно наклеивать на круглые колонны или другие элементы сложной формы. При выполнении ремонта можно приклеить плитку на старое покрытие, не тратя время на демонтаж. Уместно использовать отделку на железнодорожных вокзалах и станциях.

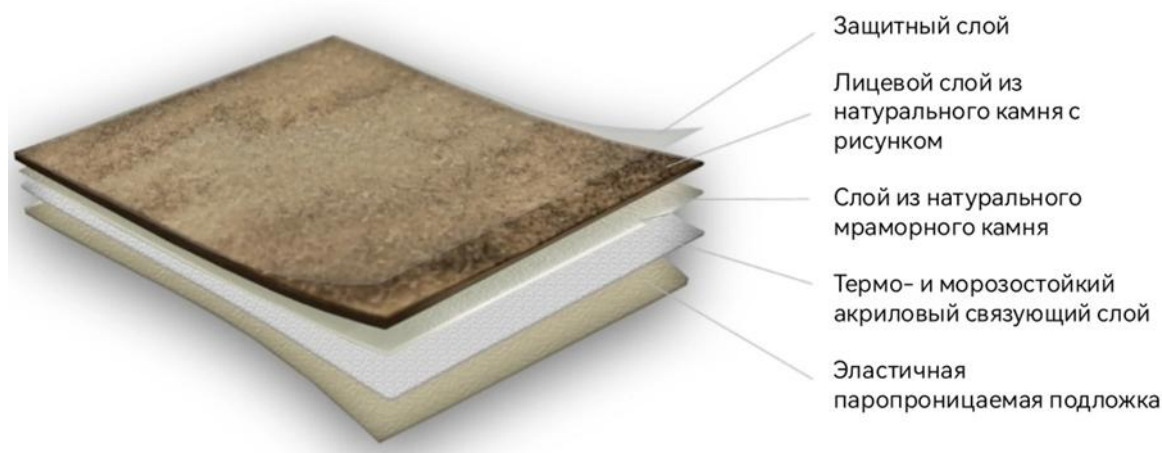


Рисунок 2 – Состав гибкой плитки

Гибкость - главное преимущество этого декоративного материала. Сетчатая основа позволяет пластинам изгибаться любым способом, несмотря на то что она обладает всеми основными свойствами керамики. Поэтому их можно использовать для декорирования поверхностей самых сложных конфигураций. Совершенно новое покрытие, изготовленное на основе подложки (рисунок 2), состоит из микроскопических частиц кремния. Частицы, нанесенные на гибкую основу, представляют собой армирующую сетку со связующим - полимерной смолой. При производстве гибкой черепицы эти свойства приобретаются после прохождения процесса высокотемпературной термообработки в специальных камерах. В процессе обжига структура керамики изменяется и становится пористой. "Поры" диаметром 20 нанометров позволяют материалу "дышать". Это свойство используется при изготовлении мембран для промышленных фильтров.

Следующим этапом обработки при создании новой, гибкой керамической плитки является декорирование поверхности, то есть нанесение рисунка или имитации покрытия, которое закрепляется на поверхности прозрачным защитным слоем. Он защищает керамику от плесени, грибка, ультрафиолетового излучения и агрессивных химических веществ. Большой формат плитки (560x280 мм) позволяет облицовывать большие площади фасада за одну рабочую смену. Фабрика производит гибкую керамику в рулонах длиной 25 метров и шириной 0,7 метра. Лист имеет толщину 4 мм, вес 1 м<sup>2</sup> листа составляет 4-5 кг.

Внешний вид керамического покрытия очень разнообразен. Цвета и фактуры очень разные. Изготавливаются имитации натурального камня, известняка, кирпичной кладки и т.д. Часто он выпускается в 3-х вариантах: с имитацией дикого камня, кирпича и неровного камня. Выбор оттенков также довольно широк, обычно их насчитывается 15. Поскольку плитка изготовлена из экологически чистых материалов, она не наносит вреда здоровью человека.

Паропроницаемость позволяет влаге, находящейся внутри помещения, выводиться наружу, через стены фасада, в отличие от клинкерных термопанелей и SIP-панелей, при нанесении которых возникает "эффект термоса". Это качество не позволяет влаге скапливаться в стенах, исключая образование парникового эффекта. Поверхность гибкой плитки может быть декорирована различными способами, верхний слой материала представляет собой защитное прозрачное покрытие. Благодаря этому материалу не страшна повышенная влажность, воздействие агрессивных веществ, солнечное ультрафиолетовое излучение.

Гибкую керамическую плитку можно приклеивать к утеплителю при утеплении фасадов зданий. Для приклеивания используется цементный клей для керамической

плитки, предназначенный для наружного использования. При использовании этого метода утепления фасад не только выглядит эстетично, но и затраты на его изготовление сопоставимы с использованием штукатурок. В отличие от штукатурки, полученное покрытие лучше переносит нагрузки от перемещения здания. Устойчивость к выцветанию выше, чем у фасадных красок на оштукатуренных поверхностях. Процесс укладки плитки напоминает поклейку обоев. Рулет разрезается на отдельные элементы обычными ножницами или ножом для макета. В качестве фиксирующего состава используется клей на цементной основе. Рабочую смесь готовят с учетом рекомендаций, указанных на упаковке, небольшими порциями. Смесь быстро застывает, вы можете не успеть ее обработать, поэтому мастера рекомендуют разбавлять клей порциями.

Благодаря своим непревзойденным свойствам, широко используется в строительстве для внешней и внутренней отделки конструкций любого типа. Подходит для отделки помещений с повышенной влажностью: бассейнов, фонтанов, фасадов, веранд. Главным преимуществом этого декоративного материала является его гибкость. Материал легкий, что значительно облегчает его монтаж и снижает вес готовой конструкции. Таким образом, гибкую керамику можно использовать для облицовки даже довольно старых зданий и в процессе реставрации. При проведении ремонтных работ гибкую керамику можно укладывать на старое фасадное покрытие без его демонтажа.

Следовательно, гибкая керамика – это новый шаг в создании современных материалов.

#### Список использованных источников

1. <https://scienceforum.ru/2021/article/2018024110>
2. <https://nastroike.com/stroitelnye-materialy/gibkaya-keramicheskaya-plitka-sostav-i-svoystva-oblast-primeneniya-i-montazh-gibkoj-keramiki>
3. <https://stalnoy-dekor.ru/izgotovlenie-gibkogo-kamna-v-domasnih-usloviyah-materialy-tehnologia/>
4. <https://gk-toer.ru/tpost/gskopf9cd1-montazh-kirpicha-na-setke>
5. Никитина А. В. Свойства и перспективы применения сверхпроводящей керамики // А.В. Никитина, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. Оренбург: ОрИПС, 2017. С. 275-277.
6. Иванова А.П. Керамика прошлого, настоящего и будущего // А.П. Иванова, Л.Р. Зубаирова, Е.И. Панов // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОрИПС, 2019. С. 113-115.

#### FLEXIBLE CERAMIC TILES – A NEW TYPE OF MATERIAL

*The number of finishing materials of a new type should include flexible ceramic tiles. It is a completely new facing material, which is created using unique technologies that allow you to recreate the natural structure of natural wild stone as naturally as possible.*

**Keywords:** *flexible ceramic tiles, finishing materials, decorative material*

УДК 629.472.7

#### ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*Воеводина С.П., Коркина С.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье приведены описание и назначение проведения SWOT-анализа. Обозначены приоритеты стратегического развития предприятий железнодорожного транспорта в области цифровизации, а также наиболее актуальные технологии, постепенно*



внедряемые в ОАО "РЖД". Также в статье приведён пример оценки рисков при помощи проведения SWOT-анализа. Рассмотрены основные параметры для осуществления наиболее полной цифровизации производственных процессов предприятий, основные компоненты цифровизации для полного понимания процесса. Далее представлены основные проблемы, замедляющие процесс цифровой трансформации и возможные риски, а также система контроля и управления рисками. В заключение приведен пример проведения SWOT-анализа на Приволжской железной дороге.

**Ключевые слова:** SWOT-анализ, цифровизация, транспортная отрасль, риски.

С целью получения точной оценки мощностей предприятия и получения информации о ситуации в компании, в настоящее время проводят SWOT-анализ. Чаще всего, после проведения какой-либо трансформации на предприятии, необходимо тестировать заново уже ново созданную модель предприятия, с целью получения разницы моделей до и после трансформации, а также для определения эффективного направления развития из предложенных вариантов изменения структуры предприятия [1].

Сегодня цифровизация является одним из основных направлений стратегии роста экономики большинства компаний, включая транспорт. Возлагаются большие надежды на цифровизацию, так как она направлена на сокращение затрат предприятия, повышение стабильности качества и оптимизацию управляемости производства в целом.

Цифровая трансформация всего железнодорожного комплекса даст старт росту показателей конкурентоспособности на мировом рынке. Однако, чтобы успешно реализовать этот процесс в существующей железнодорожной системе, необходимо провести соответствующие испытания и осуществить технико-экономическое обоснование [2,3].

В ОАО "РЖД" более перспективным для применения в работе считаются технологии интернета, искусственного интеллекта (ИИ), цифрового (технического) зрения, беспилотные системы, программы для обработки большого объема данных и блокчейн. К перспективным относятся также развитие современных автоматизированных систем в транспортной отрасли, испытания беспилотной доставки посылок, применение систем управления светом и пожарной сигнализацией на основе автоматики, расширение спектра покрытия технологий IP, а также поиск новых путей проведения цифровой трансформации.

Например, загрузку вагонов можно производить сугубо с использованием автоматизированных средств. В целом процесс визуализации перевозочного процесса даст лишь положительный эффект. Однако одним из основных препятствий процессу цифровой трансформации является то, что Россия не является лидером в разработке цифровых технологий и их внедрении, в особенности из-за недостаточности стандартов создания инновационной инфраструктуры на федеральном уровне [5].

На данный момент в России не разработана единая система сетевого управления транспортом, что существенно тормозит использование мультимодальных перевозок. Используются многочисленные средства видеофиксации, но у них разные платформы для обмена данными. Также важной проблемой является недоступность общей сети передачи данных. До сих пор не созданы единые требования и стандарты для подключения к сети беспроводной передачи данных, это также сильно замедляет процесс. Кроме того, низкое качество сети и соединения при передаче данных мешает загрузке и обработке крупных объемов информации.

Основной задачей проведения исследования является выявление основных рисков для процесса цифровизации на железнодорожном транспорте с помощью SWOT-анализа на примере Приволжской железной дороги [6].

Применение телекоммуникаций и систем постоянного контроля грузового подвижного состава может сильно повлиять на стандарты в обслуживании, и, как

следствие, повлечет за собой увеличение объема выполняемых работ, что повлечет за собой рост прибыли предприятия. Каждый элемент цифровизации, является одним блоком, которые в сборе работают на оптимизацию всех процессов и завершение цифровой трансформации. Основными компонентами цифровизации выступают:

- транспортные данные: сбор и анализ данных о грузовых вагонах, их местоположении, состоянии и других параметрах;
- пользовательский интерфейс: разработка удобного интерфейса для управления и мониторинга грузовых вагонов, а также предоставление информации пользователю;
- покрытие железнодорожной сети: обеспечение надежного сетевого покрытия для передачи данных между грузовыми вагонами и системами мониторинга;
- интернет вещей (IoT): использование сети связанных устройств, которые обмениваются информацией и взаимодействуют друг с другом для оптимизации процессов;
- кибербезопасность: обеспечение защиты данных и систем от несанкционированного доступа и кибератак [4].

Внедрение этих элементов цифровизации на железной дороге может значительно повысить эффективность и надежность перевозок, а также обеспечить более высокий уровень безопасности и контроля [7,8].

Для полного понимания концепции цифровизации необходимо ознакомиться с ее основными элементами. В процессе разработки интернет-платформы мы определили все требуемые компоненты, которые должны быть интегрированы в новую систему цифровизированных железных дорог. Транспортные данные, которые станут доступны в гораздо большем объеме, будут неоценимым инструментом для анализа рынка и адаптации участников к изменениям и инновациям. Они позволят более эффективно управлять и оптимизировать процессы на железной дороге, предоставляя ценную информацию для принятия решений. Это, в свою очередь, способствует более точному прогнозированию и планированию, а также повышению эффективности и конкурентоспособности системы железнодорожных перевозок.

Для обеспечения полной цифровизации, железнодорожного комплекса весьма строго требуется подключение к интернету по всей сети железных дорог. Выполнение данного требования позволит создать общую базу данных по всей стране, предоставляя информацию в режиме реального времени о функционировании всех компонентов. Однако важно адекватно защитить этот доступ в Интернет, чтобы предотвратить любое несанкционированное использование с точки зрения кибербезопасности.

Контроль над рисками – это процесс, позволяющий распознавать и проводить анализ рисков, которые могут влиять на процесс. После анализа рисков выбирается наилучший метод для осуществления контроля. Иными словами, контроль рисков помогает нам выявить и оценить все возможные риски, а также понять их причины и последствия для нашей организации.

Наша главная цель – принимать соответствующие решения и предпринимать меры, направленные на снижение вероятности или последствий неблагоприятных событий.

На рисунке 1 представлены внешние и внутренние риски, связанными с процессом цифровизации отрасли.

Важно учитывать все эти риски и предпринимать соответствующие меры для их управления и минимизации.



Рисунок 1 – Внешние и внутренние риски

Действительно, необходимо учитывать и решать проблемы, связанные с процессом цифровой трансформации.

1. Одной из таких проблем является существенное изменение условий рынка труда, приводящее к нарушению баланса между спросом и предложением рабочей силы. Это может повлечь за собой безработицу и как следствие, социальное беспокойство для многих людей. Повышенный риск снижения профессионального мастерства и кризиса в системе образования также сопутствуют этой проблеме. Так как требования работодателя постоянно растут, образовательный процесс не успевает проводить адаптацию к новым требованиям и обеспечивать подготовку квалифицированных кадров. Для решения этих проблем необходимо разработать и применить новые стратегии, направленные на подготовку и переподготовку кадров, а также на улучшение системы образования, чтобы она оставалась актуальной и соответствовала потребностям цифровой экономики [10, 11,12].

2. Еще одной проблемой, связанной с процессом цифровой трансформации, является вопрос о "цифровом неравенстве". Под этим понимается неравный доступ к благам и достижениям, которые предлагает "цифровая революция". В результате возникают новые формы притеснения и возрастает риск увеличения различия в обществе и социальных напряжений.

Спектр проблем, связанных с "цифровым неравенством", довольно широк и охватывает ситуации разделения и исключения многих разных категорий людей, классов, организаций, систем и государств". Оно влияет на переподготовку старшего поколения, которое может получить меньше компетенций из-за возрастных факторов и, следовательно, оказаться на более низких должностях с меньшими доходами. Также возникают неравенства в доступе к большим данным и распространению недостоверной информации.

Для решения этой проблемы необходимо предпринимать меры, направленные на обеспечение равного доступа к новым технологиям и обучению, а также на борьбу с

дискриминацией и недостоверной информацией. Это поможет снизить социальное неравенство и создать более справедливое и инклюзивное общество в эпоху цифровой трансформации.

3. Проблема, связанная с персональными данными при использовании цифровых процессов, ведет к смещениям рамок конфиденциальности во всех сферах деятельности. Есть опасение полного уничтожения приватности [5].

4. С ростом объема цифровых данных и повторным нарушением конфиденциальности организациями, имеющими доступ к базе частных данных, население не осведомлено о том, как их цифровые данные отражают их самих. В частности, пользователи социальных сетей и мессенджеров также не имеют полного контроля над использованием своих данных.

5. Одним из вопросов, связанных с разработкой и отслеживанием эффективности работы персонала, является проблема приватности. Системы мониторинга сотрудников используются для учета рабочего времени, оценки продуктивности, контроля результативности и выявления возможных случаев мошенничества. Кроме того, они помогают выявить потенциальные угрозы утечки информации и проводить ситуационный анализ поведения сотрудников. Некоторые компании рассматривают доступ к электронной почте и телефонным разговорам сотрудников как необходимую меру для предотвращения нарушений конфиденциальности корпоративных данных.

6. Существуют ряд сложностей, связанных с ответственностью и этическими рамками использования автономных и интеллектуальных технологий, а также с уровнем доверия к ним. Эти технологии демонстрируют способность собирать информацию и использовать ее для различных целей после анализа.

Однако предсказуемость данных систем неустойчива, особенно в случае, когда они обладают самостоятельностью в генерации или модификации алгоритмов. В результате, автоматизированные системы становятся настолько непредсказуемыми, что возникают вопросы о юридической ответственности за их действия и принимаемые ими решения.

Необходимо также отметить, что возраст персонала представляет собой еще один фактор риска, который обусловлен физическими, биологическими и социальными аспектами.

Люди старшей возрастной группы часто сталкиваются с трудностями при освоении современных технологических достижений. Кроме того, следует отметить также еще один аспект риска – постоянное изменение и развитие технологий, что требует от сотрудников постоянного обучения новым программам, сохраняя при этом основную рабочую нагрузку. Это дополнительно нагружает сотрудников и увеличивает их психологическое напряжение, что приводит к неудовлетворенности и негативно сказывается на финансовых результатах организации.

SWOT-анализ деятельности компании выявил несколько основных факторов, которые затрудняют дальнейший социально-экономический рост.

Во-первых, отмечается недостаток обновления средств железнодорожного транспорта и отставание нашей страны в развитии железнодорожной инфраструктуры.

Во-вторых, существуют неравномерные уровни междурегionalной транспортной доступности и пропускной способности железных дорог. В-третьих, имеют место ограничение инвестиционных ресурсов и необходимость повышения безопасности железнодорожного транспорта. Чтобы устранить или значительно снизить эти факторы, необходимы соответствующие меры. Также стоит провести SWOT-анализ процесса цифровизации, который является ключевым для Приволжской железной дороги (таблица 1).

Необходимо отметить, что цифровизация железнодорожного транспорта охватывает все сферы и услуги подразделений ОАО "РЖД".

Таблица 1 – SWOT-анализ процесса цифровизации Приволжской железной дороги

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Увеличение объемов пропусков поездов 2. Сокращение сроков обслуживания 3. Повышение технологий обслуживания 4. Цифровизация данных 5. Возможность использования цифровых технологий 6. Наличие собственной развитой инфраструктуры.	1. Низкая скорость обновления парка 2. Недостатки технического обучения 3. Слабый уровень технического оснащения 4. Большие сроки реализации процессов 5. Географическое положение 6. Потребность цифровизации корпоративной культуры
Возможности	Угрозы
1. Расширение транзитных перевозок 2. Реализация многих проектов в регионах. 3. Быстрый обмен знаниями и информацией 4. Развитие цифровых и коммуникационных технологий 5. Локализация производства	1. Зависимость от технологий 2. Увеличение цен на сырье и материалы 3. Отсутствие обременения финансовыми обязательствами новых участников процесса 4. Фактическая защита датчиков от посторонних воздействий 5. Нехватка квалифицированных специалистов в области цифровизации

Однако необходимо учитывать особенности информационного развития в каждом регионе и проблемы, которые требуется минимизировать для повышения рентабельности работы всех структурных подразделений.

**Список использованных источников**

1. SWOT-анализ: что это, как сделать анализ компании - преимущества и недостатки метода SWOT. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-swot-analiz>
2. Паренюк А.А. Ключевые направления и проблемы цифровой трансформации транспортной инфраструктуры ОАО «РЖД» / А.А. Паренюк, С.В. Коркина. Техника и технологии наземного транспорта : материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Н. Новгороде, 2022. С. 117-122.
3. Краснова И.А. Цифровая трансформация как неотъемлемая составляющая стратегии развития и повышения безопасности железнодорожного транспорта / И.А. Краснова, А.В. Шпетко, С.В. Коркина // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Н. Новгороде, 2022. С. 36-41.
4. Шпетко А.В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры - основные направления и перспективы / А.В. Шпетко, И.А. Краснова, С.В. Коркина // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 201-207.
5. Воеводина С.П. Проблемы и препятствия цифровизации транспортной инфраструктуры / С.П. Воеводина, А.Д. Протасова, С.В. Коркина // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 175-180.
6. Шпетко А.В. Управляемость и контроль выполнения технологии за счет цифровизации вагонного хозяйства Приволжской железной дороги / А.В. Шпетко, С.В. Коркина // Техника и технологии наземного транспорта: материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Н. Новгороде, 2022. – С. 385-390.
7. Жебанов А.В. Современные тенденции в обеспечении бесперебойности перевозочного процесса железнодорожного транспорта / А.В. Жебанов, С.В. Коркина // Вызовы и решения для бизнеса: ВЭД в новых реалиях: материалы III Международного внешнеэкономического научно-практического форума, Москва, 14 декабря 2022 года. М.: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. С. 119-122.
8. Коркина С.В. Цифровые технологии в обеспечении безопасности движения железнодорожного транспорта / С.В. Коркина, А.В. Жебанов, И.А. Краснова // Проблемы безопасности на транспорте: материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года / Под общей ред. Ю.И. Кулаженко. Ч. 1. – Гомель: БелГУТ, 2022. С. 128-130.
9. Шпетко А.В. Цифровые платформы управления жизненным циклом и контроля технического состояния подвижного состава / А.В. Шпетко, С.В. Коркина // Дни студенческой науки : Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС, Самара, 04–28 апреля 2023 года. Том 1. Вып. 24. – Самара: СамГУПС, 2023. С. 71-74.

10. Абдуллин Л.М. Вектор развития риски цифровизации образования в транспортных вузах / Л.М. Абдуллин, А.А. Колдякина, С.В. Коркина // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Н. Новгороде, 2022. С. 341-346.

11. Шпетко А.В. Применение цифровых технологий в обучении специалистов транспорта / А.В. Шпетко, С.В. Коркина, А.О. Шилин // Дни студенческой науки: Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 145-148.

12. Горбатов С.В. К проблеме обеспечения кадрами для цифровой трансформации объекта транспортной инфраструктуры – вагонного комплекса / С. В. Горбатов, А. А. Комолов, С. В. Коркина, И.В. Чепурченко // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 32-35.

## APPLICATION OF SWOT ANALYSIS TO ASSESS THE RISKS OF DIGITALIZATION ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA RAILWAY

*The article describes the concept of SWOT analysis. The priorities of the strategic development of railway transport enterprises in the field of digitalization are outlined, as well as the most relevant technologies that are gradually being introduced into Russian Railways. The article also provides an example of risk assessment using SWOT analysis. The main parameters for the implementation of full digitalization of enterprise processes are described, as well as the main components of digitalization for a complete understanding of the process. The following are the main problems slowing down the process of digital transformation and possible risks, as well as the system of control and risk management. In conclusion, an example of SWOT analysis on the Volga railway is given.*

**Keywords:** SWOT analysis, digitalization, transport industry, risks.

УДК 621.43

## ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

*Горбушин В.А., Корнилов И.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассмотрены вопросы подготовки специалистов в технических школах для дальнейшей работы и карьерного роста в хозяйствах железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** подготовка кадров, рабочий персонал, техническая школа.

Мероприятия по совершенствованию технологий обслуживания и ремонта подвижного состава требуют постоянного обучения рабочего персонала пользованию и безопасности работ.

Профессиональная подготовка рабочих кадров в дорожных технических школах и учебно-производственных центрах ведется более чем по 90 специальностям.

Дорожные технические школы и учебные центры занимают важное место в подготовке кадров массовых профессий на железнодорожном транспорте.

Ежегодно на их базе обучается 72 тысячи специалистов для различных подразделений железнодорожного транспорта, обеспечивающие безопасность движения поездов, перевозку грузов и пассажиров. Однако более полное удовлетворение потребностей железных дорог в качестве подготовки специалистов вагонного хозяйства, сегодня сдерживается состоянием материально-технической базы указанных учреждений, отсутствием планомерного внедрения в процесс обучения современных технологий, недостатком современных учебных пособий, компьютерного обеспечения и других средств обучения.

В настоящее время обучение работников по сети железных дорог ведется штатом 482 преподавателей.

В условиях мирового кризиса, на сегодняшний момент, потребность железных дорог в рабочем персонале вагонного хозяйства составляет 4802 человек, в повышении классности 3328 человек.

Среднее годовое количество выпускников дорожных технических школ и учебных центров составляет 4336 человека. Максимальная годовая пропускная способность всего обучающего комплекса сети железных дорог составляет 13700 работников разных специальностей.

Средняя оценка успеваемости по 5 бальной шкале составляет у осмотрщиков 3,88, при повышении классности 4,12.

Для обеспечения дооснащения дорожных технических школ и учебных центров по подготовке работников, повышения качества обучения разработан технический регламент технологической оснащенности РД 32 ЦТ 532-2002.

При разработке программы дооснащения дорожных технических школ и учебных центров современным учебно-лабораторным оборудованием, в первую очередь учитывалась потребность в современных обучающих средствах базовых образовательных подразделений железных дорог.

Для получения практических и теоретических навыков по управлению локомотивом, моторвагонным подвижным составом, правильным действиям в нестандартных и аварийных ситуациях, в технологическом процессе подготовки необходимо шире использовать обучающие программы и тренажеры различных модификации. Широкая практика применения указанного выше учебного оборудования в конечном итоге позволит обеспечить требуемый уровень безопасности движения поездов, безаварийной работы хозяйства и как следствие снижение себестоимости перевозок.

Главное внимание при организации технологического процесса поставки и дооснащения необходимым учебным оборудованием обучающих учебных подразделений, необходимо сосредоточить на определении и уточнении комплекса учебных средств и обучающих программ.

Критерием для определения базовых обучающих учреждений подготовки специалистов вагонного хозяйства являются следующие факторы и условия содержания дорожно-технических школ и учебных центров:

- наличие достаточных площадей и учебных кабинетов для организации процесса обучения;
- наличие общежитий для проживания курсантов обучающих подразделений;
- расположения обучающих подразделений в зоне крупных железнодорожных узлов, городов и областных центров;
- количества подготовленных и планируемых к подготовке младших специалистов;
- наличие возможностей расширения внедрения обучающих программ, тренажеров и других средств обучения, модернизации существующих учебного оборудование;
- возможность обучающих учреждений подготовить специалистов всех видов.

На основании проведенного анализа, исходя, из вышеперечисленных критериев и факторов условий содержания дорожных образовательных учреждений, на сети дорог организованы базовые дорожно-технические школы и учебных центры по следующему списку:

1. Октябрьская ж.д.
  - Санкт-Петербургский учебный центр
  - Ржевский учебный центр
2. Московская ж.д.
  - Московская дорожная техническая школа №1
  - Курская дорожная техническая школа

3. Горьковская ж.д.
  - Нижегородская техническая школа
4. Северная ж.д.
  - Ярославский учебный центр
5. Северо-Кавказская ж.д.
  - Ростовская дорожная техническая школа
6. Юго-Восточная ж.д.
  - Воронежский дорожная техническая школа
  - Елецкая дорожная техническая школа
7. Приволжская ж.д.
  - Саратовская дорожная техническая школа
8. Куйбышевская ж.д.
  - Самарский дорожный учебный центр
  - Уфимский дорожный учебный центр
9. Свердловская ж.д.
  - Екатеринбургская дорожная техническая школа №1
10. Южно-Уральская ж.д.
  - Челябинская техническая школа
11. Западно-Сибирская ж.д.
  - Тайгинская дорожная техническая школа
12. Красноярская ж.д.
  - Красноярский учебный центр
13. Восточно-Сибирская ж.д.
  - Иркутский дорожный центр обучения
14. Забайкальская ж.д.
  - Дорожная техническая школа №1 г. Чита
15. Дальневосточная ж.д.
  - Уссурийский учебный центр
  - Хабаровский учебный центр

В целях оперативного обеспечения образовательных подразделений железнодорожного транспорта современным учебно-лабораторным оборудованием предлагается дальнейший мониторинг поставки в дорожные технические школы и учебные центры железных дорог России учебных пособий, тренажеров, компьютерной техники и других обучающих средств.

Сегодня необходимо чётко определиться с вопросом более полного использования дорожных технических школ в части большей ответственности за индивидуальную подготовку каждого потенциального работника.

Существенным недостатком обучения в школах является отсутствие у обучаемых практического опыта обслуживания тягового подвижного состава, навыка оперативных действий в нестандартных ситуациях и ведения поездов.

На железные дороги приходит молодёжь с образованием не ниже среднего, обладающая определёнными знаниями в вопросах электротехники, физики и других дисциплин, приобретаемых при получении среднего образования. Поэтому срок обучения практическим обучением на линейных предприятиях.

#### **Список использованных источников**

1. Архипова Н.И. Теория и практика работы с кадрами: учебное пособие / Н.И. Архипова, О.Ю. Артемов, И.Н. Ермакова, Н.В. Овчинникова. М.: РГГУ, 2010. 309 с.
2. Аширов Д. А. Управление персоналом: учебник. М.: Проспект, 2010. 244 с.
3. Басовский Л. Б. Экономика отрасли: учебник. М.: ИНФРА, 2009. 145 с.
4. Басовский Л. Е. Менеджмент: учебное пособие. М.: ИНФРА, 2009. 216 с.



## ISSUES OF TRAINING AND RETRAINING OF SPECIALISTS

*The article discusses the issues of training specialists in technical schools for further work and career growth in railway transport farms.*

**Keywords:** *personnel training, working staff, technical school.*

УДК 621.43

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ОСНОВ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

*Горбушин В.А., Корнилов И.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье приведены принципы менеджмента качества при внедрении модернизации на хозяйствах холдинга ОАО «РЖД». Рассмотрено применение системы процессов и направлений достижения целевого состояния в области качества, применяемых технологий ремонтных производств, внедрении передовых технологий*

**Ключевые слова:** *менеджмент качества, модернизация, лидер.*

Целью модернизации является выявление причин, и принятие мер, направленных на улучшение технического состояния подвижного состава железной дороги с учетом концепции реорганизации хозяйств ОАО «РЖД». А также применение системы процессов и направлений достижения целевого состояния в области качества, применяемых технологий ремонтных производств, внедрении передовых технологий, оценка направлений совершенствования систем управления качеством на перспективу.

При разработке мероприятий будут использоваться основные принципы менеджмента качества:

### РУКОВОДИТЕЛЬ – ЛИДЕР

- Обеспечивает единство цели и направления деятельности;
- Обладает предвидением потенциальных возможностей процесса;
- Обеспечивает формирование командного подхода к производству;
- Создает и поддерживает внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью вовлечены в решение задач;
- Развивает способности работников, делегирует им свои полномочия;
- Совершенствует свои знания и способности объективно оценивать свои действия;
- Знает притязания, потребности, мотивацию, уровень людей;
- Использует элемент непрерывного обучения;
- Использует различные мнения, творческие дискуссии.

Актуальность разработки заключается в необходимости действенного кардинального достижения системного улучшения обеспечения безопасности движения на основе контроля качества выполнения всех технологических операций в процессе перевозки, эксплуатации, ремонта и подготовки подвижного состава в целом по филиалу ОАО «РЖД».

Применение системы процессов и направлений достижения целевого состояния в области качества, совершенствование технологий в ремонтных производствах и эксплуатации, во внедрении научных разработок на железной дороге, оценка направлений совершенствования системы управления качеством на перспективу, поиск «прорывного решения» в повышении качества управления.

Основное решение в повышении качества управления достигается за счет организации деятельности, при которой создаются новые возможности эффективного

использования внутренних ресурсов, реализации в обществе ОАО «РЖД» конкретных и высокоэффективных решений, технологий, апробированных в производственной деятельности филиала на основе академической, отраслевой науки и разработок специалистов железной дороги.

Наиболее актуальные виды технологической деятельности, где реализуются решения на основе повышения результативности и эффективности процессов:

- управление качеством ремонтного производства;

Учитывая важность разработки функционального проекта «Улучшение технического состояния тягового подвижного состава железной дороги на основе применения принципов системы менеджмента качества», создается рабочая команда, в которую входят специалисты дороги. В рамках работы применяется метод «Мозгового штурма».

С учетом идеологии процессного подхода в соответствии с ISO 9000:2000, необходимо определение и применения системы процессов:

- определить процесс – установить состав процесса необходимого для ИСМК (интегрированная система менеджмента качества), в целях дальнейшего мониторинга, анализа, определить действия для улучшения;

- идентификация процесса – определить требования применительно к составу и содержания совокупности видов деятельности по преобразованию входов и выходов, полномочия лидера, его управляющие воздействия и регулирующие факторы.

В комплексе мероприятий по повышению качества ремонта и безотказной работы технических средств, необходимо акцентировать особое внимание на обучение персонала, задействованного в ремонте и эксплуатации и разработку новых обучающих программ, и мотивацию персонала. Необходимо отметить, что не на всех предприятиях хозяйства существует четкое описание технологических процессов, а именно маршрутизация технологического процесса в соответствии с нормами ЕСТД, отсутствует пооперационный контроль процесса, что приводит к нежелательным эффектам в процессе эксплуатации.

В проекте лидер процесса определяет целевые показатели видов технологической деятельности:

- Свести к минимуму аварийность подвижного состава, связанных с некачественным ремонтом, техническим обслуживанием или эксплуатацией на 10%;

- Уменьшить количество браков в базовых хозяйствах на 10%;

- Внедрение и модернизация систем безопасности и информационных управляющих систем, позволяющих максимально снизить влияние человеческого фактора на перевозочный процесс;

- Внутренний аудит производства;

- Уменьшить количество внеплановых ремонтов за счет внедрения ИСМК на 10%;

- Достичь установленных показателей себестоимости ремонта и технического обслуживания;

- Соблюдать установленные нормы времени и регламенты по ремонту и техническому обслуживанию;

- Повысить уровень ответственности изготовителей за качество выпускаемой продукции для ж.д. транспорта;

- Повышение уровня квалификации персонала за счет разработки обучающих программ и информатизации рабочих мест при помощи компьютерных и мультимедийных технологий.

Основными задачами по реализации целевых показателей являются:

- анализ существующей ситуации в хозяйстве;

- выявление причин неудовлетворительного качества ремонта;

- выбор направлений совершенствования;

- оценка планируемых результатов проекта;

- организация комплексного технического и технологического перевооружения;
- создание информационно-вычислительной системы
- повышение профессионального уровня руководителей и исполнителей, организация методологической работы по разработке, внедрению и поддержанию в постоянном развитии элементов системы качества.

Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессами – совокупностью взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы.

Процессный подход в управлении позволяет более детально регламентировать управленческие действия и их взаимно согласовывать, что гарантирует достижение планируемых результатов. Качество и эффективность деятельности определяется отлаженностью процессов и их взаимным согласованием.

Основным резервом повышения качества технологических процессов является совершенствование системы управления.

Функции управления распределяются по процессам в виде конкретных полномочий, ответственности и преобразуются также в процессы (постановка целей и задач, планирование, организация работ, контроль и корректирующие меры) для обеспечения прозрачности и качества управления.

Системность лидерских качеств позволяет:

- обеспечить единство цели и направления деятельности филиала;
- предвидеть потенциальные возможности процесса;
- создать общее течение процесса на будущее;
- обеспечить формирование командного подхода к производству, интеграцию процессов филиала;
- создать и поддержать внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью вовлечены в решение задач филиала;
- совершенствовать свои знания, объективно оценивать свои действия;
- развивать способности работников, используя метод непрерывного обучения;
- знать притязания, потребности, мотивацию, уровень сотрудников;
- анализировать различные мнения, использовать творческие дискуссии и т.п.

#### Список использованных источников

- 1.Аширов Д.А. Управление персоналом: учебник. М.: Проспект, 2010. 244 с.
- 2.Басовский Л. Е. Менеджмент: учебное пособие. М.: ИНФРА, 2009. 216 с.

### MODERNIZATION OF THE TRANSPORT SYSTEM THROUGH THE BASICS OF QUALITY MANAGEMENT

*The article presents the principles of quality management in the implementation of modernization on the farms of the holding company "Russian Railways". The application of a system of processes and directions for achieving the target state in the field of quality, applied technologies of repair production, the introduction of advanced technologies is considered.*

**Keywords:** *quality management, modernization, leader.*

## СМАРТ-СТЕКЛО, МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ БЛИКОВ ДНЕВНОГО СВЕТА

Гуныко Н.М.<sup>1</sup>, Бикеева А.Г.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия

<sup>2</sup>Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия

*В статье приведена методика расчета вероятности бликов дневного света при использовании смарт-стекла, которое находит все более широкое применение в дизайне коммерческих и домашних интерьеров, становится все более популярным. Этот материал, прочный и высококачественный в эксплуатации, обладает уникальным сочетанием свойств, таких как прозрачность, разнообразие цветов и способность пропускать свет, что делает его актуальным и востребованным.*

**Ключевые слова:** SMART-стекло, смарт-стекло, умное стекло, прозрачность стекла жидкокристаллическая матрица, LC- слой.

Смарт-стекло или умное стекло – это стекло с переменной прозрачностью, которое можно использовать в различных сферах. Чтобы поменять прозрачное стекло на матовое, нужно всего лишь нажать на кнопку пульта. Смарт стекло состоит из двух стекол, между которыми находится пленка, подключенная к энергопитанию. При подаче электричества, частицы, которые находятся в плёнке, встают в ровное положение, что делает стекло прозрачным. Если питание отключить, то частицы возвращаются в хаотичное положение и стекло становится матовым.

Смарт стекло находит свое применение в различных сферах. Оно идеально подходит для использования в конференц-залах, где его можно применять для создания интимной и приватной атмосферы во время важных деловых встреч. Кроме того, смарт стекло может быть использовано в комнатах для переговоров, где оно поможет создать комфортные условия для обсуждения деловых вопросов.

Кабинеты, оснащенные смарт стеклом, позволяют легко регулировать прозрачность стекла в зависимости от потребностей и предпочтений. Это особенно полезно в пространствах, где требуется комбинировать открытость и конфиденциальность, таких как кабинеты руководителей или конференц-залы.

Смарт стекло также может быть использовано в зонах отдыха, где оно поможет создать уютную и приватную обстановку. Такие зоны могут быть оборудованы смарт стеклом, которое можно легко переключать между прозрачным и матовым режимами в зависимости от настроения и предпочтений гостей.

Кухонная зона, оснащенная смарт стеклом, может стать функциональным и стильным решением. Например, смарт стекло можно использовать для создания прозрачной перегородки между кухней и столовой, что позволит сохранить открытость пространства и одновременно обеспечить конфиденциальность во время приготовления пищи.

Сферы применения смарт стекла широки и многообразны, и в каждой из них оно может быть использовано для создания комфортных и функциональных пространств. Смарт-стекло – это инновационное решение, которое сочетает в себе функциональность и эстетичность, делая его идеальным выбором для современных интерьеров.

Особенность смарт-стекла является жидкокристаллическая матрица, которая нанесена на ламинирующую плёнку из полиуретана, этиленвинилацетат или поливинилбутирала. Под действием тока LC-слой меняет свои свойства, из прозрачного в матовый и наоборот.

Есть несколько вариантов нанесения пленки (рисунок 1), выбор определяется сферой использования.

- Триплекс. LC-слой помещается между двумя стёклами, которые потом вставляются в раму. Имеет толщину изделия от 8 мм.

- Самоклеящаяся плёнка. Она наносится на стекло. Такую плёнку используют для конструкций имеющих либо большие размеры, либо нестандартную форму. Имеет толщину от 4 мм.

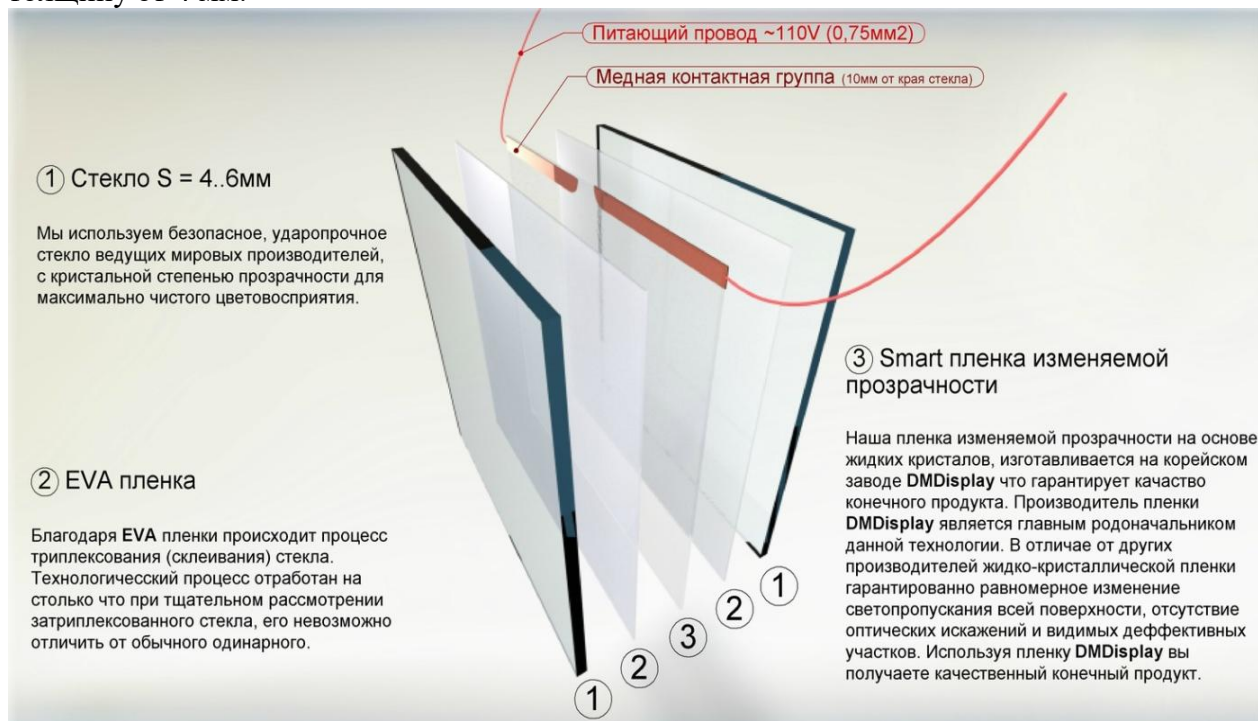


Рисунок 1 – Состав и разновидность смарт-стекла

У этого стекла много преимуществ:

- ударопрочность;
- устойчивость к ультрафиолетовому излучению;
- неприхотливость в уходе;
- продолжительный срок службы.

Благодаря своей ударопрочности, оно способно выдержать сильные удары без повреждений, что делает его идеальным выбором для использования в условиях повышенной нагрузки или риска.

Устойчивость к ультрафиолетовому излучению позволяет этому стеклу сохранять свою яркость и прозрачность даже при длительном воздействии солнечных лучей. Оно не пожелтеет и не потеряет своих эстетических качеств со временем.

Неприхотливость в уходе делает обслуживание этого стекла простым и удобным. Для его чистки достаточно просто протереть его мягкой тканью с использованием обычных моющих средств. Оно не требует специального ухода или применения особых средств очистки.

Таблица 1 – Сравнительные параметры умного стекла

Тип полимера	SPD	LC	ECD	SPD	LC	ECD
Электропитание	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Состояние	Слабая тонировка	Прозрачное	Темное	Темное	Непрозрачное	Слабая тонировка
Прозрачность %	55	76	3,5	0,5	1,4	62
Светопропускание в видимом	49	75	0,5	0,24	67	50

секторе, %						
Время реакции, с	2-3	0,1	180-300	2-3	0,1	180-300
Потребляемая мощность, Вт/м <sup>2</sup>	4-5	7-9	0,5	0	0	0

Продолжительный срок службы гарантирует, что это стекло будет служить долго и надежно. Оно не подвержено износу или старению, что позволяет использовать его в течение многих лет без необходимости замены или ремонта.

Управление стеклом, возможно, любым способом, удобным для владельца. Например, стационарным выключателем, пультом дистанционного управления, датчиком присутствия и т.д.

Внешний вид изделия может быть как прозрачным, так и сверхпрочным, тонированным, бронзовым, цветным. Это зависит от дизайна интерьера и экстерьера.

Кстати, с помощью смарт-стекла можно затенять как всю поверхность окна, так и отдельные его участки. Зимой смарт-стекло сохраняет в 4,5 раза больше тепла, чем обычный стеклопакет, при этом потребляя всего 2-7 Вт·час/м<sup>2</sup> электроэнергии. Исследования показали, что использование электрохромного стекла в оконном остеклении позволяет снизить затраты на освещение на 51%, на кондиционирование на 49% и снизить пиковые нагрузки в сети на 16%.

Смарт-стекло можно оценивать по показателям дискомфорта, одним из них является: объединенный показатель дискомфорта UGR в относительных единицах как критерий оценки дискомфорта блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения.

При естественном и искусственном освещении помещений, к показателям дискомфорта, установленным международными стандартами и строительными нормами, относится возможность бликов от дневного света DGP (Daylight Glare Probability):

$$DGP = 5,87 \times 10^{-5} E_v + 9,18 \times 10^{-2} \log_{10} \left( 1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \omega_{s,i}}{E_v^{1,87} P_i^2} \right) + 0,16$$

где  $E_v$  – вертикальная освещенность на уровне глаза, лк;

$L_{s,i}$  – яркость источника, кд/м<sup>2</sup>;

$\omega_{s,i}$  – телесный угол источника, ср;

$P_i$  – индекс позиции, выражающий изменение воспринимаемого дискомфорта ослепления относительно углового смещения источника от линии взгляда наблюдателя.

Методика расчета DGP подходит как к обычному строительному стеклу, так и для смарт-окон, имеющих два или более режимов светопропускания в зависимости от изменения внешних условий, например, температуры окружающей среды или при пропускании через слой активного материала слабого электрического тока.

Применение смарт-стекла на железной дороге имеет перспективы, например в вагонах дальнего следования. Оно позволит летом сохранить прохладу в вагоне, а зимой тепло. Так же это достаточно экономично для средств ОАО «РЖД».

#### Список использованных источников

1. Мартынов С.В. Исследование свойств электрохромного стекла / С.В. Мартынов, В.М. Самарцев, Б.Г. Еремин, Д.Б. Еремин. Известия института инженерной физики. 2011. №20. С. 70-75.
2. Низовцев М.И., Терехов В.И. Светопрозрачные конструкции с регулируемыми тепловыми характеристиками // Проблемы региональной энергетики. 2011. №1. С. 60-76.
3. Никитина О.С. «Умные стекла» с изменяемой прозрачностью. Технология «smart-glass» / О.С. Никитина, И.И. Харебин, Ю.В. Кузнецова. Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. Т. 12. № 4. С. 115-117.
4. Отческих К.А. «Умное стекло» в современной архитектуре // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 86- 88.
5. Рудолф С.Е. Энергосберегающие технологии в производстве «умных» окон // С.Е. Рудолф, Д. Диекманн, Д. Бродрик. Энергосбережение. 2009. № 7. с. 60-63.

6. Саяпина Д.Г., Коробий Е.Б. «Умное» стекло в современном доме // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2013. Т. 2. С. 145-151.
7. Тутов Е.А. Перспективы хромогенных композитных покрытий для «умных» окон / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. №2(9). С. 18-22.
8. Закируллин Р. С. Моделирование притока тепла от солнечной радиации через решеточные смарт-окна. Р.С. Закируллин, И.А. Оденбах, Н.М. Гунько, Н.А. Горьков, В.А. Гирин, Е.В. Пикалова. Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 3. С. 132-139.
9. Старкова Ю.Ю. Органические стекла и их устойчивости к температурным воздействиям// Ю.Ю. Старкова, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Оренбург-Самара: СамГУПС, ОрИПС, 2021. С. 170-171.
10. Набатчиков К.О. Стекло // К.О. Набатчиков, А.П. Иванова // Молодежная наука в ххi веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. Оренбург: ОрИПС, 2017. С. 271-274

### **SMART GLASS, METHOD FOR CALCULATING THE PROBABILITY OF DAYLIGHT GLARE**

*The article provides a method for calculating the probability of daylight glare when using smart glass, which is increasingly used in the design of commercial and home interiors and is becoming increasingly popular. This material, durable and high-quality in use, has a unique combination of properties such as transparency, variety of colors and the ability to transmit light, which makes it relevant and in demand.*

**Key words:** SMART glass, smart glass, smart glass, glass transparency, liquid crystal matrix, LC layer.

УДК 62-4

### **ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА КАК АЛЬТЕРНАТИВА СИЛИКАТНОГО**

*Гунько Н.М.<sup>1</sup>, Калужина А.И.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия*

<sup>2</sup>*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*На железной дороге особое значение имеет видимость объектов на дальней дистанции, поэтому все материалы, способствующие улучшению видимости, могут рассматриваться как альтернативные уже применяемым. Одним из них является органическое стекло, обладающее преимуществами перед силикатным.*

**Ключевые слова:** органическое стекло, силикон-гидрогелиевые линзы, ортокератологические линзы.

Железная дорога считается весьма опасным объектом в эксплуатации, поэтому использование материалов, способствующих повышению безопасности, в ее разных структурных подразделениях, является актуальной проблемой.

Наука постоянно работает над созданием новых, более совершенных материалов, которые можно применять как альтернативные уже имеющимся. К одним из наиболее перспективных материалов, улучшающих видимость объектов, особенно на дальней дистанции пути, можно отнести органическое стекло.

Синтетический материал, известный как органическое стекло, представляет собой термопластичный полимер, созданный на основе акриловой смолы. Одним из наиболее впечатляющих свойств этого материала является его полная прозрачность и кристаллическая чистота структуры, что обеспечивает высокую оптическую прозрачность. Важно отметить, что светопропускная способность этого полимера достигает поразительных 93 процентов.

Органическое стекло также обладает рядом других преимуществ по сравнению с традиционным стеклом. К примеру, оно на 2,5 раза легче, однако при этом оно в 10 раз прочнее. Это делает его особенно привлекательным для использования там, где требуется прочный и легкий материал. Интересно, что внешне органическое стекло очень похоже на обычное стекло и практически неразлично при поверхностном рассмотрении.

Органические материалы, названные стеклом, относятся к иной классификации соединений, что ясно указывает на их особые свойства и ограничения, а также на возможности их применения. Органические стёкла имеют отличия от неорганического стекла по ряду параметров, что определяет их особую область применения.

Таким образом, оргстекло представляет собой уникальный материал, сочетающий в себе превосходные оптические свойства, легкость и прочность. Его применение может быть обширным и варьироваться от использования в оконных стеклах до создания изделий дизайнерского интерьера. Органическое стекло, практически незаменимо в авиации.

Органические стёкла могут приблизиться к неорганическим стёклам по своим свойствам только в составе композитных материалов, однако они не обладают огнеупорностью. Устойчивость органических стёкол к агрессивным средам и органическим растворителям значительно ниже. Тем не менее, при наличии явных преимуществ в свойствах этого материала (за исключением специализированных видов стекол), он может использоваться в качестве альтернативы силикатному стеклу.

Ряд профессий железнодорожного направления связан с обязательным наличием хорошего зрения, пороки которого могут корректироваться органическим стеклом, а вернее, его модификациями. Создание на основе оргстекла контактных линз, позволяет решить эту проблему.

Впервые о такой коррекции задумались еще в 20 веке. В результате многочисленных исследований было выявлено, что стекло способно изменять форму роговицы. Линзами из стекла назывались склеральные линзы. Джордж Ессен, окулист, который участвовал в создании простых контактных линз. Он впервые предположил создание новейшей технологии коррекции зрения, с помощью полиметилметакрилата (органическое стекло).

Торможение прогрессирующей близорукости является новой возможностью ортокератологии, которая выводит ее на лидирующие позиции в контактной коррекции. Этот метод может быть использован в качестве альтернативы очкам, рефракционной хирургии или для тех, кто не хочет носить контактные линзы в течение дня. Предпочтение отсутствия контактных линз может быть связано с дискомфортом, который они могут вызывать при работе в кондиционированном или пыльном помещении, использовании монитора компьютера или участии в спортивных мероприятиях.

Еще в 1940-х годах медицинские специалисты и оптики заметили интересный эффект, который возникает при ношении склеральных контактных линз из стекла. В 1950-х годах, с появлением роговичных контактных линз, исследователи из Национального фонда по изучению зрения (NERF) предположили, что этот эффект может стать полезным для пациентов, если будет использован безопасно и эффективно.

В 1960-х годах эффект линз был нестабильным, а иногда и вовсе не работал. А уже в 1980-1990 годах производство вышло на новый уровень. Американский офтальмолог Ричард Влодыга (Richard Wlodyga) в конце 80-х годов первым разработал так называемые ортокератологические линзы, центр которых более плоский, чем периферия. Однако это



не единственный способ повысить эффективность и безопасность ОК-терапии. Появилось оборудование, позволяющее анти геометрически менять форму сетчатки глаза, без травмирования глаз жестким стеклом. Кроме того, разработка новых материалов с высокой газопроницаемостью для изготовления жестких контактных линз открыла возможность ортокератологии в ночное время.

ОК-линзы, используемые в ортокератологии, работают путем изменения формы роговицы для исправления близорукости. Последние исследования показывают, что это происходит не за счет перераспределения клеток, а за счет уплощения самих клеток эпителия роговицы. При ношении ОК-линзы, гидравлические силы, создаваемые слезным слоем, воздействуют на поверхностные клетки роговицы. В результате этого процесса, клетки постепенно уплощаются в центре роговицы и увеличиваются на ее периферии. Таким образом, достигается контролируемое уплощение в центральной зоне роговицы и некоторое увеличение ее кривизны вокруг оптической зоны.



Рисунок 1– Использование очков на работе РЖД



Рисунок 2– Ортокератологические линзы

Важно отметить, что при этом процессе не нарушается нормальная анатомия роговицы и целостность ее слоев. Изменения, происходящие в роговице, настолько незначительны (10-30 микрон), что их можно обнаружить только с помощью специального оборудования, такого как кератотопограф. Тем не менее, эти незначительные изменения достаточны для того, чтобы обеспечить хорошее зрение на протяжении всего дня без необходимости использования очков или контактных линз. Ортокератология является неинвазивной альтернативой хирургическим методам коррекции зрения, таким как лазерная коррекция. Она может быть особенно полезной для людей, у которых близорукость прогрессирует или для тех, кто не хочет носить очки или контактные линзы (рисунок 1). Однако, как и в случае любой процедуры, ортокератология имеет свои преимущества и ограничения.

Сейчас популярность набирает коррекция близорукости и астигматизма с помощью ортокератологических линз (рисунок 2).

Они позволяют временно скорректировать зрение и предоставить возможность ходить без очков и дневных линз. А также не ограничивают человека в работе и спорте.

Контактная линза представляет собой комплекс из двух основных компонентов: силикона и гидрогеля. Каждая из этих составляющих выполняет свою роль, обеспечивая комфорт в ношении. Силиконовая часть линзы проницаема для кислорода, позволяя глазу получать необходимое количество кислорода из окружающей среды. Благодаря этому, глаза всегда остаются свежими. Гидрогель, в свою очередь, создает ощущение комфорта и удобства в течение всего периода ношения. Это обеспечивает мягкость и гибкость линз,

не доставляя дискомфорта на протяжении всего дня. Не нужно беспокоиться о дегидратации линз – они остаются в увлажненном состоянии на протяжении всего их срока службы. Вместе, силикон и гидрогель создают комбинацию, способную предоставить комфорт, несмотря на возможные трудности или длительное ношение.

Гидрогель – это синтетический материал, который способен поглощать и сохранять влагу. Основу гидрогелевых контактных линз составляют гидрогелевые полимеры, что ясно из их названия. Эти полимеры обладают отличной совместимостью с глазными тканями, а проницаемость кислорода в таких линзах зависит от содержания влаги. Гидрогелевые линзы представляют собой полимерный каркас, наполненный водой. Именно вода играет роль гидрогеля, который поглощает и удерживает влагу, а благодаря этому образуются каналы, через которые кислород доставляется до роговицы.

Силиконы, также известные как полиорганосилоксаны, являются высокомолекулярными кремнийорганическими соединениями. Однако в настоящее время это определение используется крайне редко, поскольку «силиконы» теперь включают в себя также полиорганосилоксаны, например силиконовые масла типа ПМС, гидрофобизаторы типа ГКЖ или низкомолекулярные каучуки типа СКТН, а также кремнийорганические мономеры вроде различных силиконов. В результате, различия между понятиями «силиконы» и «кремнийорганика» почти незаметны.

Таким образом, в отличие от линз дневного ношения, ортокератологические линзы носятся ночью, позволяя роговице активно поглощать кислород днем. Этот процесс не нарушается благодаря линзам, и поэтому не возникает состояния гипоксии, которое может вызвать рост сосудов в роговице.

Ношение ортокератологических линз также не мешает слезообмену. Слеза удаляет растворимые продукты жизнедеятельности роговицы, а также частицы пыли и дыма. Кроме того, она доставляет питательные вещества к роговице.

Рефракционная терапия с помощью ортокератологических линз устраняет ограничения, связанные с ношением очков или мягких контактных линз.

Таким образом, такие линзы могут помочь человеку, в профессии которого обязательным условием является хорошее зрение, но исправить зрение не получается или является невозможным. Например, машинисты, помощники машинистов, проводники, путевые обходчики, дежурные по станции, должны обладать хорошим зрением.

Следует отметить, что многофункциональность органического стекла является составляющей повышения безопасности работы на РЖД.

#### Список использованных источников

1. Шелби Д. Структура, свойства и технология стекла: учебник / Пер. с англ. Е.Ф. Медведева. М.: Мир, 2006. 288 с.
2. Скриган Г.В. Анатомия, физиология и патология органов зрения: пособие. Минск: БГПУ, 2012.
3. Старкова Ю.Ю. Органические стекла и их устойчивости к температурным воздействиям / Ю.Ю. Старкова, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Оренбург-Самара: СамГУПС, ОрИПС, 2021. С. 170-171.
4. Набатчиков К.О. Стекло // К.О. Набатчиков, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. Оренбург: ОрИПС, 2017. С. 271-274.
5. Малахова О.Ю. Векторы подготовки конкурентоспособного специалиста в контексте реализации клиентоориентированности ОАО «РЖД» на основе формирования корпоративных компетенций / О.Ю. Малахова, С.Н. Маланчева, А.П. Иванова / Междисциплинарное взаимодействие в контексте подготовки специалистов железнодорожной отрасли: монография. Уфа: Аэтерна, 2017. С. 34-41.

## FUNCTIONALITY OF ORGANIC GLASS AS AN ALTERNATIVE TO SILICATE GLASS

*On the railway, the visibility of objects at long distances is of particular importance, therefore all materials that help improve visibility can be considered as alternatives to those already used. One of them is organic glass, which has advantages over silicate glass.*

**Key words:** *organic glass, silicone hydrogel lenses, orthokeratology lenses.*

УДК 691-4

## АЭРОГЕЛЬ – ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

*Делигирова В.В.<sup>1</sup>, Худякова У.В.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия*

<sup>2</sup>*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Аэрогель – это самое лёгкое вещество в твердом состоянии, которое до сегодняшнего дня было известно человечеству. Аэрогелями считают класс материалов, имеющих структуру с открытой пористостью микро- и нанодиапазона, а также большими площадями поверхности (900 м<sup>2</sup> /г или более). Пористость аэрогеля превышает 90%. Аэрогель образован жестко связанными частицами органического или неорганического вещества, образующими высокопористый каркас, заполненный воздухом или газом. Одним из превосходств аэрогелей является возможность их получения, как из органических веществ, так и неорганических. Например, существуют технологии получения пектиновых, хитозановых, силикагелевых аэрогелей. Подобное обилие исходных материалов позволяет разрабатывать аэрогели в соответствии с их будущим применением.*

**Ключевые слова:** *аэрогель, пектиновые аэрогели, хитозановые аэрогели, силикагелевые аэрогели.*

Динамика развития материалов используемых в строительстве, позволяет совершенствовать их свойствами и создавать универсальные, и достаточно многофункциональные. Одним из таких материалов является аэрогель.

Аэрогель – это уникальный материал, обладающий множеством поразительных свойств. Он представляет собой гель, в котором жидкость заменена на газ. Гель обладает невероятно низкой плотностью и практически невесом.

Одним из самых поразительных свойств аэрогеля является его теплоизоляционная способность. Из-за своей структуры, состоящей из микроскопических пор, он может удерживать тепло и холод на протяжении долгого времени. Это делает его идеальным материалом для применения в строительстве и в утеплении зданий. Кроме того, рассматриваемый гель также обладает хорошими звукоизоляционными свойствами, что делает его полезным материалом для звукоизоляции помещений.

История аэрогеля начинается в 1931 году, когда американский химик Сэмюэл Кистлер впервые создал этот материал. Аэрогель получил свое название из-за своей пористой структуры, которая напоминает гель, но содержит воздух вместо жидкости.

Ключевые особенности аэрогеля включают его низкую плотность и хорошую теплоизоляцию. Аэрогель состоит из 99% воздуха, что делает его одним из самых невесомых материалов, имеющих на Земле. Он также обладает высокой тепловой изоляцией, что делает его применяемым в различных областях, включая строительство, электронику и теплоизоляцию космических аппаратов и даже медицину.

Иным значительным свойством аэрогеля является его способность поглощать звук. Благодаря своей пористой структуре, гель может эффективно поглощать звуковые волны и уменьшать шум. Это делает его безупречным материалом для применения в

акустических системах и шумоизоляции. Кроме того, аэрогель обладает высокой прочностью и устойчивостью к химическим воздействиям, рисунок 1. Процесс изготовления аэрогеля является технически продвинутым, но достаточно трудоемким. Он включает несколько этапов, начиная с выбора сырья и заканчивая получением готового продукта.

Первый этап производства геля – это выбор сырья. Аэрогель может быть изготовлен из различных материалов, включая кремний, оксид алюминия и углеродной нанотрубки. Выбор сырья зависит от требуемых качества конечного продукта.

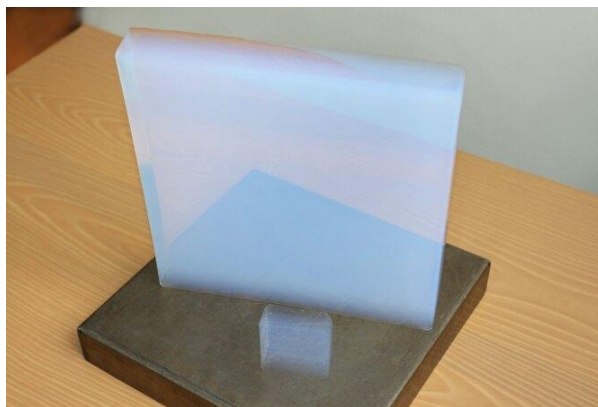


Рисунок 1 – Образец аэрогеля

Второй этап изготовления геля, начинается с помещения сырья в специальный растворитель, образуя гель. Очень важно правильно подобрать соотношение компонентов, чтобы достигнуть нужной структуры и пористости аэрогеля.

Третий этап – это удаление растворителя. Гель подвергается процессу суперкритического высушивания, либо замораживанию-сублимации, для того чтобы удалить растворитель без разрушения структуры материала. Это позволяет сохранить пористость и легкость геля.

Четвертый этап – начинается с модификации аэрогеля (опционально). Для улучшения некоторых свойств, гель может быть модифицирован, с помощью добавления всевозможных веществ, например, для увеличения его теплоизоляционных свойств или гидрофобности.

Завершающим этапом производства аэрогеля, является получение конечного продукта. После всех процессов гель готов к использованию.

Аэрогель – неповторимый материал, который имеет низкую плотностью и высокую теплоизоляцию. На данный момент уже разработаны технологии получения пектиновых, хитозановых, силикагелевых аэрогелей. Благодаря своим особенностям, данный гель нашел применение в различных отраслях, начиная со строительства и заканчивая медициной.

В строительстве аэрогель используется для утепления зданий. Благодаря своей низкой теплопроводности, аэрогелевые материалы помогают снизить энергозатраты на отопление и кондиционирование помещений. Кроме того, аэрогелевые панели обладают хорошими звукоизоляционными свойствами, что делает их привлекательными для использования в шумных городских условиях.

На железной дороге аэрогели пока не нашли широкого применения, но учитывая их перечисленные свойства, они имеют весьма солидные перспективы. При разработке нового модельного ряда вагонов и локомотивов, целесообразным будет использование аэрогелей для утепления их обшивки и повышения звукоизоляционных характеристик.

Ширина пор аэрогелей (рисунок 2) меньше, чем расстояние, которое преодолевают молекулы воздуха, прежде чем во что-нибудь врежутся (свободный средний пробег).

Горячим и быстрым молекулам воздуха очень трудно проникнуть сквозь такой нанолабиринт, чтобы транспортировать тепло. Этот эффект называется кнудсеновская диффузия.

В автомобильной промышленности аэрогель также находит свое применение. Он используется для утепления кабин автомобилей и создания теплоизолирующих материалов для двигателей. Что позволяет снизить расход топлива и повысить эффективность работы автомобилей.

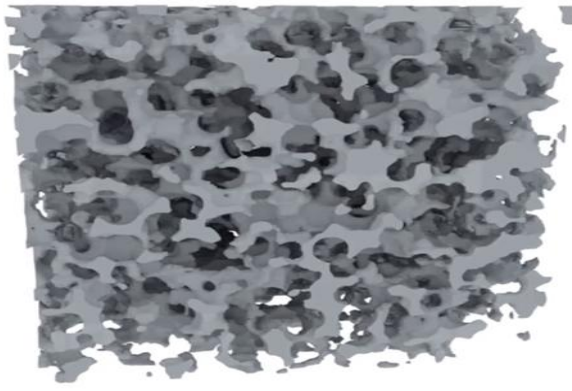


Рисунок 2 – Пористая структура аэрогеля

В медицине аэрогель применяется в качестве необычного материала для создания протезов и имплантатов. Из-за своей пористой структуры, он способен эффективно взаимодействовать с тканями организма, обеспечивая лучшую интеграцию именно на клеточном уровне.

Аэрогели – это новое слово в науке и фармацевтической промышленности. В результате своих уникальных свойств и хорошей биоразлагаемости они являются совершенными матрицами – носителями для активных фармацевтических веществ. Совокупность многообразных качеств с их физиологической совместимостью приводит к тому, что аэрогели обладают высоким потенциалом к использованию в качестве современных систем доставки лекарств. Стабильность и кинетика освобождения активного вещества могут быть значительно улучшены путем загрузки лекарственного средства в аэрогель.

Таким образом, у материалов на основе аэрогелей имеются большие возможности в области фармацевтики и биомедицины.

Аэрогель – обладает рядом выдающихся технических характеристик и преимуществ перед другими материалами. Во-первых, он является самым легким веществом на Земле, его плотность составляет всего около 3-х миллиграммов на кубический сантиметр. Это делает его идеальным для использования в авиационной и космической отраслях, где важна минимальная масса объектов.

Во-вторых, аэрогель обладает весьма низкой теплопроводностью, это позволяет ему быть эффективным изоляционным материалом. Он способен уменьшить потерю тепла в зданиях и системах отопления, а также защитить от экстремальных температур в космических условиях.

Еще одним превосходством аэрогеля является его высокая поглощающая способность. Он может удерживать до 99% своего объема жидкости или газа. Что делает его полезным для различных действий, таких как фильтрация воды и воздуха, а также для улавливания всевозможных химических соединений. Еще стоит отметить, что аэрогель обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию влаги и химических реагентов.

Несмотря на то, что аэрогели уже нашли применение в таких областях, как строительство, энергетика и медицина, их потенциал еще далеко не исчерпан. Будущее аэрогеля обещает новые возможности развития и новые направления применения.

Одним из направлений формирования аэрогелей является их использование в электронике. Из-за своих уникальных свойств, аэрогели могут служить эффективными теплоотводами для электронных компонентов, улучшая их эффективность и продлевая срок службы. Кроме того, аэрогели могут быть использованы в качестве оптических материалов для создания ультратонких и гибких дисплеев.

Еще одним не менее важным перспективным направлением развития аэрогелей является их применение в энергетике. Благодаря своей высокой теплоизоляции, они могут быть использованы в конструкции энергосберегающих зданий и солнечных панелей, повышая их эффективность.

Хранение и экономия энергии - главные процессы энергетической стратегии в поддержании и улучшении стандартов и качества жизни, уменьшении загрязнения окружающей среды, вызванного старыми видами топлива, и контроля социальной экономики. В связи с этим, в наши дни использование теплоизоляционных материалов привлекло большое внимание. Теплоизоляционные материалы снижают интенсивность теплового потока посредством различных механизмов теплопереноса (теплопроводность, конвекция, излучение). Потери тепла зависят от типа, формы, механических, физических, тепловых свойств и внутренней структуры материала.

В заключении следует отметить, что за аэрогелями большое будущее, так как они способны работать в диапазоне температур от  $-260^{\circ}\text{C}$  до  $+650^{\circ}\text{C}$  (например, стекловата работает до  $150^{\circ}\text{C}$ , при этом выделяет вредные вещества в воздух), являются экологичными материалами. Они не утяжеляют конструкции при теплоизоляции, звукоизоляции, что особенно важно при сложных формах объектов. Как только будут решены две проблемы, то есть технологический процесс производства аэрогелей станет наименее трудоемким и, соответственно, удешевится, начнется новая эра в промышленной и строительной индустрии.

#### Список используемых источников

1. Бабашов В.Г. Применение аэрогелей для создания теплоизоляционных материалов / В.Г. Бабашов, Н.М. Варрик, Т.А. Карасева. М., 2019. С. 33.
2. Ловская Д.Д. Аэрогели – современные системы доставки лекарств / Д.Д. Ловская, А.М. Каталевич, А.Е. Лебедев. М., 2013. С. 80.
3. Шиндряев А.В. Исследование процесса получения теплоизоляционных материалов на основе аэрогелей / А.В. Шиндряев, Ю.Ю. Кожевников, А.Е. Лебедев, Н.В. Меньшутина. М., 2017. С. 130.
4. Гунько Н.М. Системные ресурсы реализации проблемы теплоизоляции / Н.М. Гунько, А.П. Иванова. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург: ОГУ, 2022. С. 2422-2426.
5. Иванова А. П. Теплоснабжение, аналитическая оценка эффективности эксплуатации / А.П. Иванова, Н.М. Гунько, М.А. Васильева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). Оренбург: ОГУ, 2021. С. 177-180.
6. Иванова А.П. Состояние проблемы теплообеспечения / А.П. Иванова, М.А. Васильева // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОрИПС, 2021. С. 39-42.
7. Иванова А.П. Состояние проблемы теплоизоляции / А.П. Иванова, К.В. Орлов, Д.А. Резепкина // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОрИПС, 2019. С. 106-108.

#### **AEROGEL – POTENTIAL AND PROSPECTS FOR APPLICATION**

*Aerogel is the lightest solid substance known to mankind until today. Aerogels are a class of materials having a structure with open porosity of micro- and nanoscale and large surface areas (900 m<sup>2</sup>/g or more). The porosity of the aerogel exceeds 90%. The aerogel is formed by rigidly bound particles of an organic or inorganic substance forming a highly porous framework filled with air or gas. One of the advantages of aerogels is the possibility of their production from both organic and inorganic substances. For example, there are technologies for obtaining*

*pectin, chitosan, silica gel aerogels. Such abundance of raw materials allows to develop aerogels in accordance with their future use.*

**Key words:** *Aerogel, aerogel application, advantages of aerogel.*

УДК 625

## ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ – ПОТЕНЦИАЛ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Делигирова В.В.<sup>1</sup>, Хузина С.Ф.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия

<sup>2</sup>Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия

*В создании и модернизации железных дорог стали использоваться цветные металлы и их сплавы, позволяющие повысить их надежность, прочность и коррозионную стойкость. В результате возрастает устойчивость к износу и увеличивается срок эксплуатации железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** *цветные металлы, металлы, сплавы, свойства.*

Использование цветных металлов и их сплавов на железной дороге, повышает ее надежность, за счет снижения воздействия агрессивных сред на железнодорожные элементы. Эти металлы обладают достаточной прочностью, коррозионной стойкостью, устойчивостью к усталостным напряжениям, возникающим в процессе эксплуатации.

В связи с тем, что цветные металлы обладают, в своем большинстве, пластичностью, для них открывается широкий спектр возможностей по применению на железнодорожном транспорте (рисунок 1), так как это свойство позволяет изготавливать детали сложной конфигурации. Целесообразно отметить, что хорошая теплопроводность и электропроводность, позволяют использовать их в электронных системах, сигнализации, освещении, оповещении, дистанционном управлении (например, стрелочными переводами) и т.д.



Рисунок 1 – Олово, сурьма, медь – баббиты

Наиболее широко на железной дороге применяются такие металлы и сплавы, как медь, бронза, латунь, титан и алюминий. Каждый из них обладает определенными свойствами, например:

- Алюминий – легкостью, пластичностью, хорошей электропроводностью, коррозионной стойкостью;

- Медь – пластичностью, теплопроводностью, электропроводностью, коррозионной стойкостью;

- Титан – имеет высокие прочностные характеристики, жаропрочность, малый вес, химическая инертность к агрессивным средам.

- Медь – плотный, тяжелый металл. Характерный внешний вид этого материала - красный цвет. По электро- и теплопроводности она уступает только серебру. Она имеет высокую температуру кипения и плавления (1083°C) и легко обрабатывается. По промышленному спросу и потреблению медь уступает только алюминию. Применяется в железнодорожных сетях электроснабжения, а также для подземных проводов передающих электроэнергию на железнодорожных путях. Широко используются медные сплавы: бронзы и латуни.

- Бронза - характеризуется хорошим литейным качеством и используется для изготовления литых форм и деталей с высокими требованиями к коррозионной стойкости. Для получения бронзы используются различные добавки. В зависимости от состава в них входят олово, алюминий, бериллий, свинец и кремний;

- Латунь - содержит в своем составе до 45% цинка, характеризуется высокой пластичностью и используется для изготовления листового проката, прутков, труб, проволоки, отливки ювелирных изделий. Наиболее распространенные названия латунных сплавов с низким содержанием цинка – "Симилор", "Ораде", "Хризохалк", "Хризалин", "Томпак". Латунь применяют для изготовления фитингов, зажимов, рельсовых заслонок.

- Медь чаще всего легируется цинком, никелем, оловом, фосфором, бериллием и алюминием, при этом цинк повышает прочностные характеристики металла, олово и алюминий - коррозионную стойкость (рисунок 2). Никель повышает твердость и текучесть меди, а также изменяет температуру ее плавления. Фосфор действует как раскислитель и удаляет вредные примеси. Бериллий повышает износостойкость и эластичность.

Добавление примесей в медь снижает тепло- и электропроводность, повышает прочность и коррозионную стойкость.

Следует отметить, что специфические свойства медных сплавов, позволяют применять их на железной дороге, например:

- Бериллиевые бронзы- содержат до 2,5% бериллия, используются для изготовления пружинных деталей механизмов ,работающих в тяжелых условиях;

- Свинцовые бронзы – содержат до 30% свинца, обладают отличными антифрикционными свойствами, используются для изготовления подшипников скольжения;



Рисунок 2 – Заготовки из меди

- Алюминиевая бронза содержит до 11% алюминия, менее пригодна для литья, чем оловянная бронза, но превосходит ее по стойкости к трению и механическим свойствам. Сплавы алюминиевой бронзы часто содержат никель, марганец и железо. Эти добавки улучшают антикоррозионные и прочностные свойства металла, делая алюминиевые



изделия более долговечными. Этот вид бронзы используется для изготовления направляющих, втулок, трубных заготовок, гаек, нажимных винтов и седел клапанов.

- Кремнистая бронза содержит до 3-4% кремния, часто легируется марганцем, цинком и никелем и по механическим свойствам напоминает сталь. Этот вид сплава наиболее часто используется при изготовлении различных транспортных деталей, резервуаров, емкостей, антифрикционных элементов, проволоки, листа и ленты.

- Алюминий, благодаря легкости, коррозионной стойкости, электропроводности применяется для конструкции платформ, мостов.

- Алюминий – серебристо - белый металл с низкой плотностью. Он имеет температуру плавления 660°C и очень податлив. Чистый алюминий очень пластичен и редко используется в производстве, так как не обладает достаточной прочностью. Для улучшения механических свойств в него добавляют различные примеси:

- Магний - повышает прочность и предел текучести алюминия;
- Марганец – повышает износостойкость и коррозионную стойкость;
- Медь - улучшает механические свойства и термостойкость алюминиевых изделий;
- Кремний – повышает износостойкость, качество литья и текучесть сплавов;
- Цинк - защищает сплавы от коррозии.

Алюминий используется для изготовления проводников тока, а также листов для горячей и холодной штамповки. В связи с тем, что алюминиевые составы имеют меньшую плотность, чем черные металлы и их сплавы, они могут снижать массу железнодорожного транспорта и увеличивать его грузоподъемность (рисунок 3). Сплавы с добавлением меди и магния используются для изготовления обшивки самолетов, лопастей воздушных винтов, изделий, выдерживающих большие нагрузки, а также кованных и штампованных деталей со сложной геометрией.

Виды и области применения цветных алюминиевых сплавов. Деформируемые - алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой. Используется для изготовления лонжеронов, заклепочных соединений, формованных деталей, труб, листов и подъемных механизмов.

Литейные – к наиболее распространенным разновидностям таких сплавов можно отнести силумины. Эти металлы содержат до 10% кремния в дополнение к самому алюминию.



Рисунок 3 – Алюминий для грузовых вагонов

Силумин используется при изготовлении кранов, посуды и других бытовых изделий. Он также используется в производстве пневматических винтовок, гравюр, деталей станков и двигателей машин.

Естественно, что цветные металлы и их сплавы являются достаточно дорогостоящими, но улучшение характеристик изделий с их добавками, оправдывают материальные затраты. Поэтому потенциал их использования на железной дороге еще не

исчерпан. Сплавы металлов обширно используются на железной дороге с целью создания разных частей и систем, которые обеспечивают долговечность и надежность поездов.

Если использовать титановые сплавы с целью создания колесных пар поездов, то срок их эксплуатации увеличится в несколько раз, благодаря большой прочности, устойчивости к износу и коррозии, что даст возможность уменьшить расходы на их ремонт и замену.

#### Список использованных источников

1. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1981. С. 343-346.
2. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986. С. 431-434.
3. Венецкий С.И. Рассказы о металлах. М.: Металлургия, 1985. С. 237-241.
4. Яппарова Э.М. Исследование возможностей применения никеля и его сплавов / Э.М. Яппарова, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Оренбург-Самара: СамГУПС, ОрИПС, 2021. С. 208-209.
5. Белов А.К. благородные металлы / А.К. Белов, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. Оренбург: ОрИПС, 2018. С. 13-14.
6. Круглов В.В. Применение проводниковых материалов на железнодорожном транспорте / В.В. Круглов, А.П. Иванова, В.В. Делигирова // Научный поиск: теория и практика: альманах. Уфа: Аэтерна, 2017. С. 58-59.
7. Альжанова М.С. Применение алюминия в промышленном производстве / М.С. Альжанова, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 ч. Оренбург: ОрИПС, 2017. С. 168-169.

### NON-FERROUS METALS: THEIR PROPERTIES AND BASIC ALLOYS, APPLICATION

*In the creation and modernization of railways, non-ferrous metals and their alloys began to be used to increase their reliability, strength and corrosion resistance. As a result, wear resistance increases and the service life of railway transport increases.*

**Keywords:** *non-ferrous metals, metals, alloys, properties.*

УДК 656.25

### СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ИНФОРМИРОВАНИЯ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД О ЗАНЯТОСТИ ПЕРЕЕЗДА

*Дидрих Л.А., Сагинтаев Е.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Значительный рост количества дорожно-транспортных происшествий на железнодорожных переездах поднимает важный вопрос о необходимости разработки технических решений и организационных мер, направленных на повышение безопасности движения. С этой целью была разработана система контроля и удаленного информирования локомотивных бригад о занятости закрытого железнодорожного переезда автотранспортными средствами или наличием посторонних габаритных объектов.*

**Ключевые слова:** *шлейф, индуктивный петлевой датчик, железнодорожный переезд, радиостанция, речевой информатор, локомотивная бригада, акустический датчик.*

Для повышения безопасности движения на нерегулируемых железнодорожных переездах разработана система контроля и удаленного информирования членов локомотивных бригад о наличии автотранспортных средств на переезде. Эта система предназначена для использования с устройствами автоматической пожарной сигнализации на переездах в качестве средства контроля за тем, чтобы в зоне переезда не было автотранспортных средств или препятствий для движения поездов. Эта система может быть установлена как на однопутных, так и на многопутных переездах различных категорий на участках с любым видом тяги поездов. Она может использоваться при строительстве новых переездов или модернизации существующих.

Структурная схема системы контроля и удаленного информирования представлена на рисунке 1.

Основой системы является обогреваемый релейный шкаф, внутри которого размещены радиостанция, блок для сбора и анализа данных с индуктивных петлевых датчиков и блок для обработки информации с акустических датчиков. Также в состав системы входит речевой информатор. Антенное устройство установлено на мачтовой опоре [3].

Индуктивные петлевые датчики устанавливаются под проезжей частью переезда на глубине 15-30 от поверхности. Количество датчиков зависит от длины переезда. Акустические датчики устанавливаются на углах проезжей части и служат как дополнительные средства контроля.

Принцип работы системы контроля следующий: когда переезд закрывается, что определяется устройствами переездной сигнализации, начинается периодический опрос индуктивных петлевых и акустических датчиков. В случае если нарушители въезжают на переезд, происходит падение габаритных объектов с автомобилями или проследовавшего поезда, соответствующие индуктивные и (или) акустические датчики срабатывают. Эти датчики, как правило, реагируют на металлические объекты, так как их принцип действия основан на изменении индуктивности обмоток.

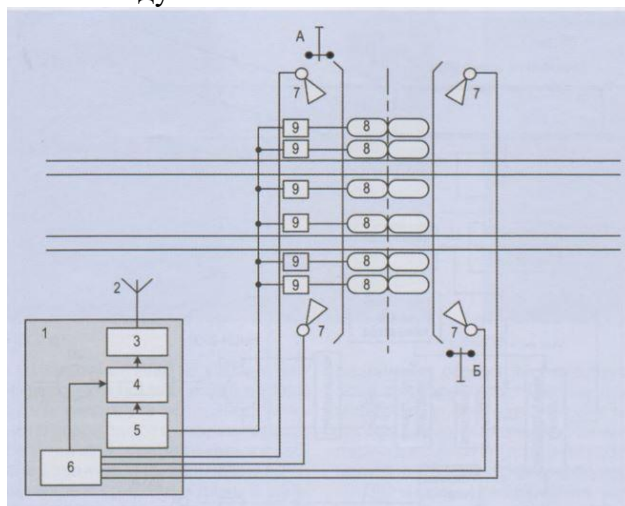


Рисунок 1 – Структурная схема системы контроля и удаленного информирования

Акустические датчики, с другой стороны, реагируют на изменение объема объектов в зоне переезда. Датчики настраиваются так, чтобы избежать случайных срабатываний при движении одиночных пешеходов или животных.

При активации одного или нескольких датчиков, сигнал передается в блоки 5, 6 и 9, где он обрабатывается, а затем передается в речевой информатор 4. После обработки информации, сигнал передается через радиостанцию 3 и антенное устройство 2, и распространяется на расстояние 1,5-2 километра от железнодорожного переезда. Эта система обеспечивает оперативное информирование и контроль безопасности на

железнодорожных переездах, что важно для предотвращения потенциальных аварий и обеспечения безопасности движения.

Аналогичные технические решения были предложены и ранее. Например, система безопасности для железнодорожных переездов описана в патенте RU2565159C2, а автоматический контроль зоны переезда - в патенте RU2751041C1. Однако для внедрения этих систем (технических решений) требует большого числа технических средств, таких как видеокамеры, устройства для счета осей, средства связи с дежурными и операторами и многие другие.

Преимущество системы, предложенной авторами, заключается в использовании уже существующих станционных и перегонных систем ЖАТ. Это позволяет сократить экономические издержки, так как нет необходимости в разработке, производстве и проверке на безопасность новых устройств.

В качестве индуктивного петлевого датчика предлагается использовать датчика ИПД, предназначенный для определения свободности или занятости подвижным составом стрелочных и бесстрелочных секций. ИПД рекомендуется вместо педалей и рельсовых цепей на стрелочных участках сортировочных горок, оборудованных системой ГАЦ [1].

Датчик контролирует свободность или занятость определенных участков пути, охватывая пределы уложенного шлейфа в зависимости от движения металлических вагонов. Он включает в себя аппаратуру, размещенную как в релейном помещении, так и на местности.

Структурная схема этого датчика представлена на рисунке 2. Принцип его работы основан на изменении частоты и амплитуды генератора гармонических колебаний под воздействием массы металлического вагона и магнитного потока в короткозамкнутых витках, образованных осями тележек вагона и рельсовыми нитями. Индуктивный шлейф выполняет функцию чувствительного элемента датчика, действуя как индуктивность в колебательном контуре генератора.

В случае свободного контролируемого участка пути, генератор гармонических колебаний выдает на вход порогового устройства сигнал синусоидальной формы, имеющий установленную частоту и амплитуду. Пороговое устройство формирует сигнал управления для выходного каскада. На выходе импульсного реле ЭБ, с имеющим сопротивление обмотки 2000 Ом, поступает сигнал постоянного напряжения 24 В. В случае занятости контролируемого участка подвижным составом, напряжение на ЭБ снижается до 2,4 В. При использовании ИПД в составе системы, важной характеристикой является его чувствительность при обнаружении автотранспортных средств в зоне шлейфа.

Это обусловлено значительными различиями в массогабаритных характеристиках автотранспортных средств и вагонов.

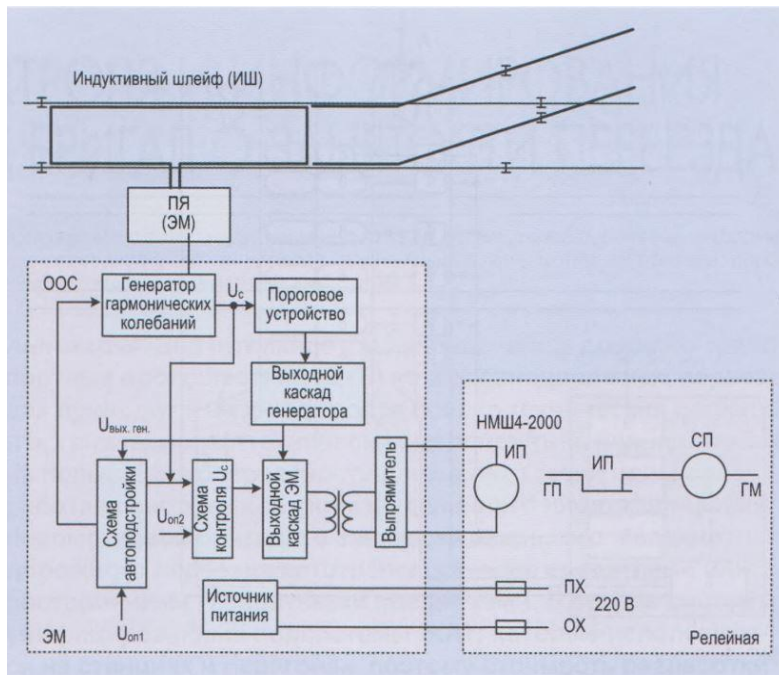


Рисунок 2 – Структурная схема ИПД

Анализ конструкции и чувствительности датчика показал следующее. В программном пакете ИПД содержатся две основные программы, работающие по разным алгоритмам. Один из алгоритмов, адаптивный, непрерывно измеряет разницу частот автогенератора для управления опорным сигналом. Порог срабатывания ИПД устанавливается как разница между фактической частотой генератора 59,5 кГц (при въезде в зону шлейфа хотя бы одной колесной пары) и частотой свободных колебаний 60 кГц (при отсутствии подвижного состава) и составляет всего 500 Гц при шлейфе из пяти витков. При шлейфе из семи витков, порог срабатывания составляет 300 Гц (44,7 кГц при занятой секции и 45 кГц при свободной секции) (рисунок 3).

Другой алгоритм предназначен для непрерывного контроля изменения частоты автогенератора под воздействием внешних дестабилизирующих факторов и периодической корректировки порогов обнаружения с записью данных в энергозависимую память устройства. Анализ показал, что программные и аппаратные средства ИПД обладают хорошей чувствительностью, адаптивностью и возможностью корректировки порогов срабатывания. [2,3]

Структурная схема датчика ДТР-0 смонтирована на разных платах, расположенных в одном корпусе. Одна плата содержит локатор с генератором, частота которого регулируется потенциометром для соответствия резонансной частоте пьезопреобразователя.



Рисунок 3 – Рабочие частоты

На другой плате находится схема обработки отраженных сигналов. В этой схеме обнаруженные сигналы разделяются на два канала: контроля и обнаружения. При исправной работе датчика, реле контроля К2 находится в замкнутом состоянии, обеспечивая питание исполнительного реле контроля в релейном шкафу УЗП. В качестве акустического датчика в составе схемы предлагается использовать традиционный акустический датчик ДТР-0 [4].

Канал обнаружения функционирует следующим образом: спустя 300 мс после появления автотранспортного средства, реле отключается. Когда объект покидает зону обнаружения, отраженные сигналы исчезают, начинается медленный процесс заряда конденсатора С15, длительность которого определена резистором R22. По прошествии этого времени на выходе микросхемы D3-2 появляется нулевой потенциал, на выходе D3-1 - единица. Транзистор VT4 открывается, и реле К1 включается под ток. Это временное задержание необходимо для увеличения надежности обнаружения в случае кратковременного исчезновения сигналов, отраженных от объектов с сложной формой поверхности.

Важно отметить, что применение контактных датчиков в системе позволяет информатору РИ-1М формировать фиксированные речевые сообщения без указания количественных параметров. Информатор обеспечивает надежную гальваническую изоляцию от датчиков, блоков расширения средств связи.

#### Список использованных источников

1. Мошкин В.И. Патент на полезную модель № 5967 U1 Российская Федерация, МПК В61L1/08. Индуктивный путевой датчик контроля подвижного состава рельсового транспорта: № 97100018/20: заявл. 05.01.1997 : опубл. 16.02.1998 / В.И. Мошкин; заявитель Управление Юго-Восточной железной дороги.
2. Акинин М.Ю. Комплексирование средств защиты горючих стрелок от несанкционированного перевода: специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ), 2006. 199 с.
3. Епифанова Е.П. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебное пособие / Е.П. Епифанова, А.С. Петрова, А. С. Яковлева, Г. В. Колодезная. Хабаровск: ДвГУПС, 2021. 159 с.
4. Датчик обнаружения транспортного средства ДТР-0 Руководство по эксплуатации АЦПР.407732.010 РЭ.

### CONTROL AND INFORMATION SYSTEM LOCOMOTIVE CREWS ABOUT MOVING EMPLOYMENT

*A significant increase in the number of road accidents at railway crossings raises an important question about the need to develop technical solutions and organizational measures aimed at improving traffic safety. For this purpose, a system for monitoring and remotely informing locomotive crews about the employment of a closed railway crossing by motor vehicles or the presence of extraneous dimensional objects was developed.*

**Keywords:** *loop, inductive loop sensor, railway crossing, radio station, voice informant, locomotive crew, acoustic sensor.*

УДК 629.423.1

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОВЗОВ НОВЫХ СЕРИЙ

*Доманов К.И., Вербицкий А.В.*

*ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск, Россия*

*В наше время успешно реализуются проекты, направленные на эффективное использование транзитно-транспортного потенциала стран, путем совершенствования и строительства международных транзитных коридоров,*

приведение их в соответствие с международными стандартами. Для осуществления стратегии намечены ряд крупномасштабных проектов по развитию инфраструктуры железных дорог, модернизации подвижного состава, организации скоростного движения. В данной статье были рассмотрены образцы нового подвижного состава, был проведен сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик. Рассмотрены инновационные решения, принятые в новых подвижных единицах.

**Ключевые слова:** электровоз, надежность, интенсивность отказов, техническое обслуживание, мощность, КПД, конструкционная скорость, переменный, грузовой, пассажирский, постоянный.

Казахстан и Россия, как два крупных постсоветских государства, обладают развитыми железнодорожными системами и значительными парками электровозов. На текущий момент важной составляющей развития железнодорожной отрасли является эксплуатации более новых, мощных подвижных единиц, с увеличенным межремонтным пробегом. В данной статье мы рассмотрим технические характеристики, примененные инновационные решения на современных электровозах, эксплуатирующихся на участках переменного тока.

KZ8A является восьмиосным, грузовым, двухсекционным электровозом с асинхронными тяговыми двигателями. Его разработка была направлена на замену грузовых электровозов ВЛ80 серии С и Т, которые сейчас используются на железных дорогах Казахстана. Строительство KZ8A началось в июне 2010 года и завершилось в декабре 2012 года.



а



б



в



г

Рисунок 1 – Тяговый электроподвижной состав: а – KZ8A; б – 2ЭС5К; в – KZ4A; г – ЭП20

Из- KZ8A является восьмиосным, грузовым, двухсекционным электровозом с асинхронными тяговыми двигателями. Его разработка была направлена на замену грузовых электровозов ВЛ80 серии С и Т, которые сейчас используются на железных дорогах Казахстана. Строительство KZ8A началось в июне 2010 года и завершилось в декабре 2012 года. за улучшения тяговых характеристик и повышения мощности возможно использование одной двухсекционной единицы KZ8A вместо 3-х секций электровоза серии ВЛ-80 при массе поезда до 9000 т. Конструкция электровоза KZ8A

позволяет соединять его с другими секциями электровоза по системе многих единиц 3х(2о-2о), при этом управление осуществляется из одной головной кабины машиниста. Для этого используется дополнительное высоковольтное соединение всех секций, что позволяет питать локомотив от одного токоприемника. Благодаря этому, электровоз KZ8A можно ставить в состав поезда как в голове, так и в середине или в конце, обеспечивая скорость до 120 км/ч. Кроме того, KZ8A может быть оснащен беспроводной системой дистанционного управления, что дает возможность управлять им без присутствия машиниста в кабине [1].

Инновационные решения:

- Асинхронный тяговый привод с поосным регулированием – ТЭМ асинхронные с короткозамкнутым ротором, обеспечивают высокую надежность эксплуатации, не требуя планового технического обслуживания в промежутках между текущими ремонтами электровоза;

- Тяговый преобразователь на биполярных транзисторах с изолированным затвором IGBT;

- Преобразователь собственных нужд с регулированием производительности и плавным пуском вентиляторов и компрессоров;

- Микропроцессорная система управления, диагностики и безопасности движения (контролирует и записывает события в подсистемах электровоза, а также текущее состояние оборудования для предоставления информации машинисту на дисплее);

- Система автоведения поезда;

- Рекуперативное торможение.

Сравнение технических характеристик локомотивов различных серий представлено в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Сравнение технических характеристик

Характеристика	KZ8A	2ЭС5К	ВЛ80 С/Т	
Осевая формула	$2 \times (2о - 2о)$	$2 \times (2о - 2о)$	$2 \times (2о - 2о)$	
Мощность на валах ТД, кВт	8800	6560	6520	
Сила тяги при двигательном режиме, кН	79,1	53,8	51,1	
Конструкционная скорость, км/ч	120	110	110	
ТЭД	асинхронный	коллекторный	коллекторный	
Электрическое торможение	рекуперативное	реостатное	реостатное	
КПД	0,86	0,86	0,84	
Коэффициент мощности	0,98	0,90	0,84	
Вид ТО и ТР	ТО-2, ТО, ч	888	120	48
	ТР-1, тыс. км	150	30	24
	ТР-2, тыс. км	-	-	200
	ТР-3, тыс. км	1200	600	400
	КР, тыс. км	3000	2400	2400

Сервисное обслуживание электровозов, подразделяется на следующие плановые виды ремонта:

а) СО –1 (MOL1 37 дней /25 тыс. км. Механические операции уровня 1),

б) СО –2 (MOL2 74 дней /50тыс. км. Механические операции уровня 2),

в) СО –3 (OSI 75 тыс. км. Прочие систематические работы),

г) СО – 4 (L1 150 тыс. км. Быстрая проверка),

д) СО –5 (GI 300 тыс.км. Общая проверка).

В ходе эксплуатации электровоза были выявлены отказы двух видов (трудно устранимые и легко устранимые), а именно неисправности тяговых двигателей,



компрессоров, вспомогательных преобразователей, колесных пар, тормозной системы, главных выключателей.

Характер изменения вероятности безотказной работы электровоза KZ8A в функции пробега показан на рисунке 2 [2].

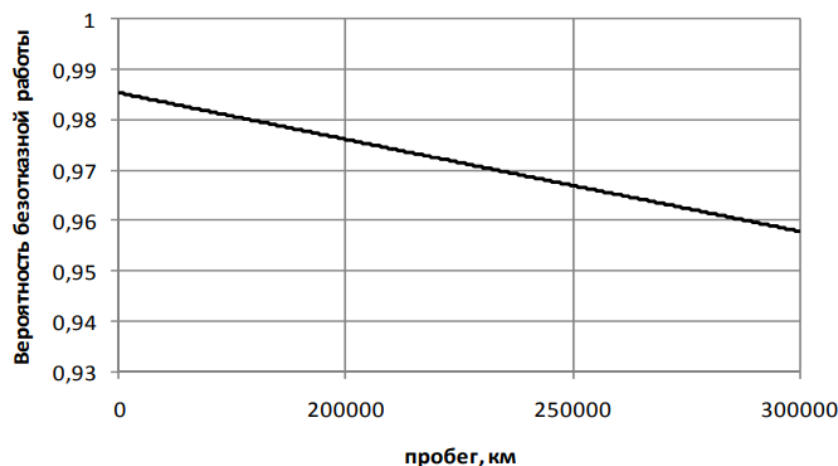


Рисунок 2 – График изменения вероятности безотказной работы в зависимости от наработки

Вероятностью безотказной работы называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации, в пределах заданной наработки, отказ объекта не произойдет.

Вероятность безотказной работы определяется по формуле [2]:

$$P(l) = \frac{N_0 - r(l)}{N_0} = 1 - \frac{r(l)}{N_0}; \quad (1)$$

где  $N_0$  – число элементов в начале испытания;

$r(l)$  – число отказов элементов к моменту наработки.

Следует отметить, что чем больше величина  $N_0$ , тем с большей точностью можно рассчитать вероятность  $P(l)$ .

В начале эксплуатации исправного электровоза  $P(0) = 1$ , так как при пробеге  $l = 0$  вероятность того, что ни один элемент не откажет, принимает максимальное значение – 1. Соответственно, с ростом пробега  $l$  вероятность  $P(l)$  будет уменьшаться. В процессе приближения срока эксплуатации к бесконечно большой величине вероятность безотказной работы будет стремиться к минимальному значению. Таким образом, в процессе наработки величина вероятности безотказной работы изменяется в пределах от единицы до нуля.

Интенсивность отказов определяется по формуле [2]:

$$\lambda(\Delta l) = \frac{r(\Delta l)}{N_{CR} \cdot \Delta l}, \frac{1}{\text{км}}; \quad (2)$$

Обычно, интенсивность отказов  $\lambda(\Delta l)$  является неубывающей функцией времени и часто применяется для оценки склонности к отказам в различные моменты работы объектов. График изменения интенсивности отказов электровоза KZ8A в зависимости от наработки показан на рисунке 3 [2].

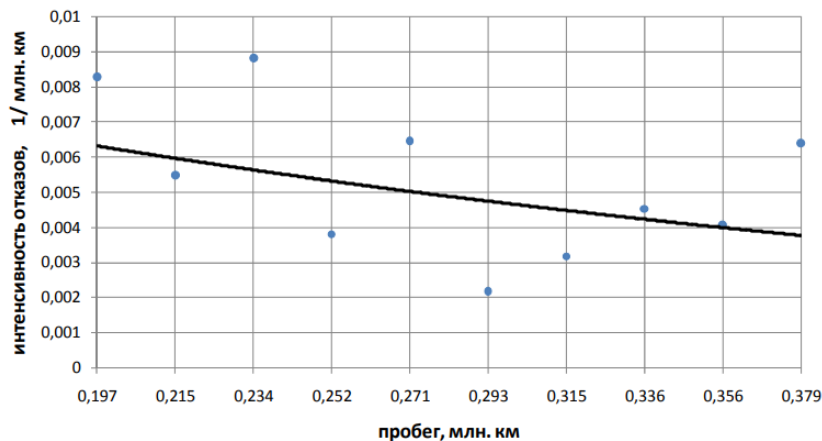


Рисунок 3 – График изменения интенсивности отказов в зависимости от наработки

На основании ранее проанализированных данных, можно выделить следующие преимущественные характеристики KZ8A по сравнению с локомотивами на электрической тяге данного класса:

- Увеличение межремонтных пробегов – в 3 раза;
- Повышение конструкционной скорости – на 10%;
- Экономия электроэнергии – на 20%.

Наряду с преимуществами имеются и недостатки, самые главные из них:

- Дороговизна технического обслуживания;
- Высокая стоимость электровоза.

ЭП20 "Олимп" это шестиосный пассажирский электровоз был разработан в рамках совместного предприятия «Технологии рельсового транспорта» и является главным проектом программы разработки новых российских электровозов следующего поколения с асинхронным тяговым приводом. Производство ЭП20 осуществляется на Новочеркасском электровазостроительном заводе. На данный момент уже выпущено 80 электровозов, которые все являются собственностью ОАО "РЖД" и используются для пассажирских поездов [4].

Электровоз ЭП20 «Олимп» предназначен для управления пассажирскими поездами. Этот электровоз может работать как на однофазном переменном токе частотой 50 Гц и напряжением 25 кВ, так и на постоянном токе с напряжением 3 кВ. Он особенно полезен на маршрутах, где используется оба типа электрификации, так как это позволяет сократить время стоянки на станции для смены рода тока и продолжить движение без остановки. Электровоз может работать при температурах от -50 °С до +40 °С.

Электровоз ЭП20 «Олимп» является самым современным пассажирским электровозом на железных дорогах России. Он отличается от своих предшественников, таких как ЧС7 и ЧС8, применением мощных асинхронных тяговых электродвигателей, которые обеспечивают сопоставимую мощность с восьмиосными электровозами с коллекторными двигателями. Он также является первым представителем новой серии электровозов, производимых НЭВЗ, с асинхронным тяговым приводом. Механическая и электрическая части этих электровозов унифицированы по конструкции.

Электровоз ЭП20 предлагается в двух вариациях, которые отличаются передаточным отношением тягового редуктора. Первый вариант предназначен для достижения максимальной скорости 160 км/ч, а второй - для максимальной скорости 200 км/ч. Электровоз ЭП20 с передаточным отношением для скорости 160 км/ч способен вести пассажирский состав, состоящий из 24 вагонов, на прямом участке при максимальной скорости. Электровоз с передаточным отношением для скорости 200 км/ч может вести поезд из 17 вагонов. ЭП20 также имеет современные системы безопасности и

управления, такие как автоматическая блокировка, система контроля тормозов и управление энергопотреблением. Это обеспечивает надежную и эффективную работу локомотива, а также повышает уровень безопасности пассажиров и грузов. Электровоз ЭП20 стал популярным выбором для междугородних и международных поездов, благодаря своей производительности, надежности и универсальности. Он продолжает активно использоваться в пассажирском и грузовом движении на российских железных дорогах.

С 26 августа 2020 года скорость следования ЭП20 была снижена с 200 до 180 км/ч по техническим причинам, что привело к невозможности дальнейшего применения ЭП20 с поездом Москва — Санкт-Петербург №747/748 «Невский экспресс», график движения которого рассчитан под 200 км/ч.

Особенности ЭП20:

- В разработке принимала участие французская компания Alstom;
- В машинном отделении проход один, и сделан в центре, а кабина модульного типа (упрощено обслуживание и замена);
- Применены аварийные поглотители энергии, микропроцессорная система безопасности и диагностики;
- Электровоз используется для вождения скоростного поезда «Стриж» в составе электропоезда Talgo 250.

Компания Siemens Mobility разработала магистральный пассажирский электровоз переменного тока KZ4A, который был создан на Чжучжоуском локомотивостроительном заводе. Проект разработки электровоза KZ4A, выполняемый в АО «НК Қазақстан темір жолы» в период с 2001 по 2002 годы, направлялся на замену пассажирского движения электровозов ВЛ80С. Одной из целей проекта было достижение скорости в пассажирском движении, приближенной к 160 км/ч, так как на тот момент только тепловоз ТЭП70 способен был развивать данную скорость на Казахских железных дорогах [3].

Сравнение технических характеристик локомотивов различных моделей представлено в таблице 2 [1].

Первый локомотив был выпущен с конвейера 12 марта 2004 года и к концу марта, вместе с двумя другими локомотивами, доставлен в Казахстан. Испытания были завершены 18 июля, а 22 июля началась эксплуатация электровозов.

Летом 2006 года ещё два новых локомотива той же серии (с номерами 0004 и 0005) были доставлены из Чжучжоу в Казахстан. Эти локомотивы отличаются от первых электровозов серии - на них были проведены работы по наладке рабочего режима компрессора, а также изменена система его контроля. Кроме того, внешний вид также претерпел изменения, особенно зеркала заднего и фронтального вида.

Таблица 2 – Сравнение KZ4A и ЭП20

	KZ4A	ЭП20
Ширина колеи, мм	1520	1520
Конструкционная скорость, км/ч	160	200
Минимальный радиус прохождения кривых, м	80	80
Мощность ТЭД (часовая), кВт	4×1200	6×1200
Мощность ТЭД (длительная), кВт	4×1170	6×1100
Тип ТЭД	Асинхронные, JD-116 (0001-0005) и УТУ-160 (0006+)	Асинхронные, ДТА-1200А
Осевая формула	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>
Род тока	переменный (25 кВ)	переменный (25 кВ), постоянный (3 кВ)
Вид ТО и ТР	ТО-2, ч	888
	ТР-1, тыс. км	150
		48
		25

ТР-2, тыс. км	-	200
ТР-3, тыс. км	1200	600
КР, тыс. км	3000	2400

По состоянию на январь 2007 года каждый локомотив из первой партии имеет пробег 50 тысяч километров. 22 октября 2008 года компания Zhuzhou Electric Locomotive получила заказ от Казахстана на производство данной серии локомотивов на общую сумму почти 100 миллионов долларов США. Особенности электровоза:

- Выпуск электровоза начат благодаря проведённому тендеру АО «НК Казахстанские железные дороги» в 2001 году;
- Установлена система SIBAS (разработка Siemens) для полного управления электровозом.

Исходя из сравнения электровозов ЭП20 и KZ4A, можно сказать, что оба электровоза обладают высокой мощностью и производительностью, но имеют некоторые отличия в технических характеристиках и деталях конструкции.

ЭП20 является одним из самых мощных электровозов в России и разработан для работы на тяжелых грузовых поездах. Он оснащен асинхронными двигателями постоянного тока. KZ4A, с другой стороны, разработан для использования в Казахстане и также обладает высокой мощностью. Он оснащен асинхронными двигателями переменного тока.

Однако, несмотря на некоторые различия в технических характеристиках, оба электровоза представляют собой современные и надежные единицы тяги для железнодорожных перевозок. Их современные системы управления и диагностики обеспечивают удобство использования и обслуживания.

Таким образом, выбор между ЭП20 и KZ4A будет зависеть от специфических требований и условий эксплуатации в каждой стране или регионе. Но в целом, оба электровоза представляют хорошие варианты для железнодорожных перевозок.

#### Список использованных источников

1. Асланов Д.Г. Анализ результатов испытаний и базовых характеристик электровозов серий KZ8A и KZ4AT / Д.Г. Асланов, А.В. Ершов, Е. Зинулла. Азербайджанский технический университет, 2013. С. 12-15.
2. Токмурзина Н.А. Анализ показателей безотказной работы электровозов kz8a, приписанных к астанинскому эксплуатационному депо / Н.А. Токмурзина, М.Е. Сариев. Материалы Республиканской научно-практической конференции. КазАТК, 2016. С. 63-69.
3. Электровоз KZ4A: 10 лет успешной эксплуатации. Локомотив 2014. №7
4. Потанин А. А. Механическая часть электровоза ЭП20. Локомотив. 2014. № 2

### COMPARATIVE ANALYSIS OF OPERATING EPS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND RUSSIA

*Today, projects are being successfully implemented aimed at the effective use of the transit and transport potential of the countries, through the modernization and construction of international transit corridors, bringing them in line with international standards. To implement the strategy, a number of large-scale projects are planned for the development of railway infrastructure, modernization of rolling stock, organization of high-speed traffic. In this article, samples of new rolling stock were considered, a comparative analysis of technical and operational characteristics was carried out. Innovative solutions adopted in new mobile units are considered.*

**Keywords:** *electric locomotive, reliability, failure rate, maintenance, power, efficiency, structural speed, variable, freight, passenger, constant.*

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ЗАМЕНЫ ДЕРЕВЯННОЙ ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННУЮ

*Иванова А.П., Камалов Р.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье проведен анализ достоинств и недостатков использования деревянных шпал на железнодорожных путях. Изложены аргументы в пользу железобетонных шпал, рассмотрен процесс замены деревянной шпальной решетки на железобетонную.*

**Ключевые слова:** Железобетонная шпальная решетка, железобетон, шпалы, деревянные шпалы.

Деревянные шпалы – это элементы железнодорожной инфраструктуры, которые используются для укладки пути. Шпалы изготавливаются из древесины, часто из хвойных пород, таких как сосна, ель.

Деревянные шпалы имеют прямоугольную форму и устанавливаются на ровном и устойчивом грунте с определенным расстоянием между ними. Они служат основой для крепления железнодорожных рельсов с помощью специальных крепежных элементов. Преимущества деревянных шпал включают их относительно низкую стоимость в сравнении с бетонными или металлическими шпалами, легкость монтажа и способность амортизировать удары, что снижает повреждение рельсов и повышает безопасность движения поездов.

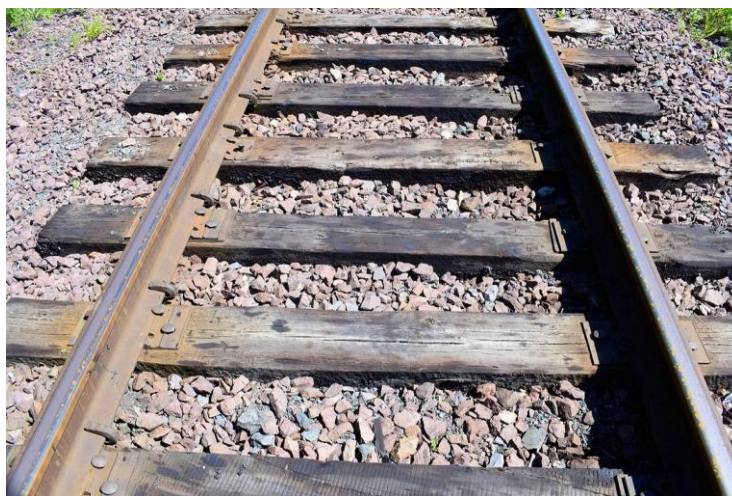


Рисунок 1 – Деревянная шпальная решетка

Однако деревянные шпалы имеют несколько недостатков. Они подвержены гниению, влаге, пожарам и насекомым, что сокращает их срок службы. Кроме того, они требуют регулярного технического обслуживания, и замены на новые шпалы с течением времени.

В целом, деревянные шпалы являются распространенным и прочным материалом для железнодорожных путей, но они постепенно заменяются более долговечными и надежными бетонными или композитными шпалами. Пример деревянной шпальной решетки (рисунок 1).

Железобетонные шпалы – это конструктивные элементы железнодорожного пути, состоящие из железобетонного блока, который служит основой, а также из внутренних железных арматурных стержней, которые усиливают шпалу и обеспечивают ей необходимую прочность и выносливость.

Преимущества железобетонных шпал:

1) Прочность и долговечность. Железобетонные шпалы обладают высокой прочностью и способны выдерживать высокие нагрузки, что делает их особенно подходящими для использования на железнодорожном пути.

2) Устойчивость к внешним воздействиям. Железобетонные шпалы не подвержены коррозии, гниению и вредоносному воздействию насекомых, что обеспечивает их долговечность и минимальные затраты на обслуживание.

3) Экономическая эффективность. Использование железобетонных шпал позволяет снизить затраты на ремонт и замену, так как их эксплуатационный ресурс значительно выше, чем у деревянных шпал.

4) Универсальность. Железобетонные шпалы могут быть использованы на любых типах железных дорог и станциях.

Недостатки железобетонных шпал:

1) Высокая стоимость. По сравнению с деревянными шпалами, железобетонные шпалы имеют более высокую стоимость, что может повлиять на выбор материала при строительстве или ремонте железнодорожных путей.

2) Тяжесть. Железобетонные шпалы гораздо тяжелее деревянных, что затрудняет их укладку и транспортировку.

3) Более сложный ремонт. В случае повреждения или износа железобетонных шпал требуется специализированное оборудование и навыки для их ремонта или замены.



Рисунок 2 – Процесс замены деревянной шпальной решетки на железобетонную

Однако, несмотря на некоторые недостатки, железобетонные шпалы широко применяются в железнодорожной отрасли благодаря своей прочности, долговечности и устойчивости к различным воздействиям, что позволяет сохранять функциональность и безопасность железнодорожных путей. Пример укладки железобетонной шпальной решетки (рисунок 2).

Процесс замены деревянной шпальной решетки на железобетонную включает в себя несколько шагов.

1. Подготовка: сначала необходимо провести оценку состояния деревянной шпальной решетки. Если она повреждена или имеет признаки разрушения, то замена становится необходимой.

2. Закупка материалов: для замены деревянной решетки на железобетонную понадобится приобрести бетонные шпалы, специальные закладные элементы, подкладки и другие материалы.

3. Демонтаж: Первым шагом является снятие деревянной шпальной решетки. Это может потребовать использования инструментов, таких как молоток, кувалда, лом, для удаления старых шпал, а также подъемной техники для безопасного удаления.

4. Подготовка балластного слоя: после демонтажа необходимо подготовить грунт для установки новой железобетонной решетки. Это может включать очистку от остатков деревянных шпал, выравнивание поверхности и укладку геотекстиля для предотвращения прорастания сорняков.

5. Установка железобетонных шпал: это может потребовать использования подъемной техники или специальных механизмов для точного позиционирования каждого элемента.

6. Отверстия для предметов: В отверстия для закрепления вставляем болты, накладки. Они должны быть точно вычерчены и прорезаны в соответствии с требованиями.

7. Отделка и фиксация: после завершения установки железобетонной решетки следует произвести фиксацию, чтобы прочно закрепить ее. Также возможна отделка поверхности для улучшения качества поверхности.

Весь процесс замены деревянной шпальной решетки на железобетонную может занять некоторое время и потребовать определенных навыков и инструментов. Часто это выполняется командой специалистов, чтобы гарантировать качественное выполнение работ.

Подводя итог можно сказать, что замена деревянных шпал на железобетонные в железнодорожном строительстве имеет несколько преимуществ. Железобетонные шпалы более прочные и долговечные по сравнению с деревянными, что снижает необходимость в частой замене и ремонте. Они также лучше удерживают рельсы в правильном положении, что способствует безопасности движения поездов.

Кроме того, использование железобетонных шпал уменьшает влияние погодных условий, таких как влажность и температурные колебания, на инфраструктуру железной дороги. Они устойчивы к гниению и разрушениям от вредителей, таких как грибок и насекомые, что позволяет повысить надежность и снизить затраты на обслуживание. Вместе с тем, переход на железобетонные шпалы требует значительных инвестиций, поскольку требуется замена существующей инфраструктуры. Кроме того, железобетонные шпалы тяжелее, что требует специального оборудования для их укладки и замены.

В целом, смена деревянных шпал на железобетонные является выгодным шагом для современной железнодорожной инфраструктуры, обеспечивая более долговечное и безопасное функционирование системы. Однако она требует тщательного планирования и расчета финансовых затрат.

Главным аргументом является возможность максимального пропуска тоннажа до проведения капитального ремонта пути, вызванного аварийным состоянием шпальной решетки.

#### Список использованных источников

1. Яковлева Т.Г. Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпушенко, СИ. Клинов, Н.Н. Путря, М.П. Смирнов. Под ред Т.Г. Яковлевой 2-е изд. М.: Транспорт, 2004. 407 с.
2. СТП 091.56.010-2005. Текущие содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ. Белорусская железная работа. Минск. 2006. 284 с.
3. Виноградов В.В. Расчеты и проектирование железнодорожного пути: учебное пособие для студентов вузов ж.-д. трансп. / В.В. Виноградов, А.М. Никонов, Т.Г. Яковлева и др. Под ред. В.В. Виноградова и А.М. Никонова. М.: Маршрут, 2003. 486 с.
4. Александров В.Н. Композитные шпалы как альтернатива современным строительным материалам в железнодорожном строительстве / В.Н. Александров, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. С. 13-15.
5. Скалеуш С.Ю. Композитные и нанокompозитные материалы – перспективы применения на железной дороге / С.Ю. Скалеуш, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. С. 218-222.

6. Пушкин М.А. Свойства и характеристики светопропускающего бетона как нового строительного материала / М.А. Пушкин, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОрИПС, 2019. С. 36-37.

### **THE FEEDABILITY OF REPLACING THE WOODEN SLEEPING GRID WITH A REINFORCED CONCRETE GRID**

*The article analyzes the advantages and disadvantages of using wooden sleepers on railway tracks. The arguments in favor of reinforced concrete sleepers are presented, and the process of replacing a wooden sleeper grid with a reinforced concrete one is considered.*

**Keywords:** Reinforced concrete sleeper grating, reinforced concrete, sleepers, wooden sleepers.

УДК 625.731.2

### **СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ РЕЛЬСОВ**

*Иванова А.П., Лопата В.О.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье изложены основные положения о методах неразрушающего контроля и перспективы развития в этой отрасли железнодорожного хозяйства.*

**Ключевые слова:** диагностика, рельсовая дефектоскопия, мониторинг, неразрушающий контроль, дефектоскоп, износ.

Со времен создания железных дорог в России всегда остро стоял вопрос об оценке неопасного состояния пути. В 2019 г. концепция диагностики объектов инфраструктуры претерпела большие изменения. Была построена отдельная независимая дирекция, в связи с чем дорожные центры диагностики вышли из непосредственного подчинения дирекциям инфраструктуры и службам пути. Таким образом, исследование состояния колеи стал самостоятельным и более объективным. Одним из ключевых направлений в диагностике пути является рельсовая дефектоскопия, в системе управления которой происходят существенные изменения: модифицировалась главная идея неразрушающего контроля рельсов; съемные дефектоскопы сплошного контроля уходят на второй план, а первичным средством становятся вагоны-дефектоскопы и диагностические комплексы. В статье рассмотрены плюсы и минусы нововведений, касающиеся организации работы средств рельсовой дефектоскопии.

В мае 2020 г. вступило в действие Распоряжение № 1067/р О внесении изменений в Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД», которое кардинально изменило всю организацию службы рельсовой дефектоскопии на железнодорожном транспорте: видоизменились правила расчета периодичности контроля рельсов. До этого диаграмма проверок собиралась в зависимости от грузонапряженности, пропущенного тоннажа, скорости движения поездов. Теперь периодичность зависит от класса железнодорожной линии и скоростей движения поездов; полностью упразднен эксплуатационный контроль сварных стыков, сохранился исключительно приемочный ультразвуковой контроль на постах рельсосварочных предприятий, приемочный контроль сварных стыков алюминотермитной сваркой (АЛТС) и путевой рельсосварочной машиной (ПРСМ).



Периодичность контроля рельсов средствами дефектоскопии предпочтительно передана на мобильные средства диагностики, съемные дефектоскопы осуществляют лишь одну четвертую часть от общего количества проходов.

Сокращение периодичности контроля отразилось на развитии дефектов рельсов. Это особенно свойственно для путей, где пропущенный тоннаж достигает, а то и превышает 1 млрд т. груза брутто. Усталость металла рельсов, износ элементов верхнего строения (промежуточных скреплений, шпал, подрельсовых амортизационных прокладок) содействуют появлению остро дефектных рельсов. После каждого проезда мобильных средств дефектоскопии (7—10 дней) фиксируются трещины и повреждения в головке, шейке рельса и т. Особенно это заметно в те периоды года, когда происходит переход с отрицательной температуры воздуха на положительную и наоборот. Увеличиваются риски несвоевременности выявления опасных дефектов и изломов рельсов.

Отдельно остановимся на сокращении проходов съемных дефектоскопов. Рельсовая дефектоскопия и текущее содержание пути включают не только обнаружение внутренних трещин, но и мониторинг развития поверхностных дефектов, а также своевременное изъятие дефектных рельсов и приведение скоростей хода поездов в соответствие с действующей нормативной документацией. Мобильная дефектоскопия даже с помощью нынешних систем видеоконтроля не всегда позволяет подлинно оценить тот или иной поверхностный дефект. На дефектограмме в таких местах чаще всего отмечается прерывание донного сигнала, видео регистрация показывает смятие, выкрашивание головки рельса и т. Однако Инструкция требует осуществить дефектоскопирование ручным преобразователем и сделать замер геометрических размеров дефекта. Согласно нормативной документации, данные действия должны выполняться в соответствии с периодичностью контроля, т. после проезда вагона-дефектоскопа на все дефектные места должен отправиться оператор для вторичного контроля. Таким образом, при переходе на мобильную дефектоскопию объем вторичного контроля увеличился в три раза. При этом заметим, что расчет штата таких специалистов проводился, когда количество проходов мобильных средств было меньше, поэтому теперь штата операторов вторичного контроля существенно не хватает.

Немаловажное значение имеет специфика работы мобильной техники. Вагон-дефектоскоп движется со скоростью от 40 до 70 км/ч, и путь (стыковые зазоры, ступеньки в стыках, элементы стрелочных переводов) воздействует на контактирующую искательную систему, которая часто выходит из строя, оставляя не проконтролированные участки пути. Такие места необходимо перепроверить съемным дефектоскопом, оснащенным системой регистрации, а для этого требуется привлечь дополнительный штат работников дистанций пути, который на данный момент отсутствует. Рассмотрим положение дел после упразднения эксплуатационной проверки сварных стыков по всему сечению. Проанализировав выявленные дефекты в сварных стыках, пришли к выводу, что при контроле всего сечения обнаруживалось примерно 3—7 % дефектов, остальные 93—97 % выявлялись при сплошном контроле средствами дефектоскопии (рисунок 1). При этом объемы работ и затраты на организацию дефектоскопирования сварных швов были весьма существенными.

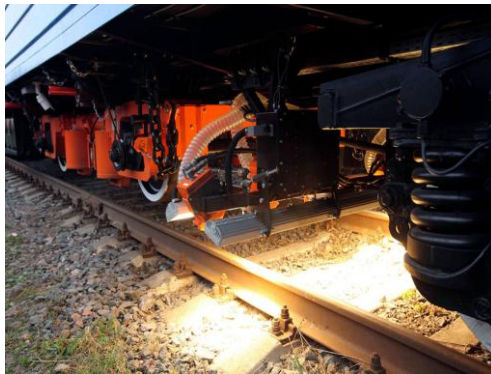


Рисунок 1 – Осмотр вагоном дефектоскопом рельсовых плетей

Как отмечено выше, с 2020 г. проверка сварных стыков упразднена. Статистика изломов рельсов на Горьковской дороге показывает, что около 60 % изломов происходят в зоне сварного стыка либо в зоне действия сварочных машин (зона прижатия губок сварочной машины). В сварных стыках РСП и ПРСМ изломы происходят, когда сварной стык «отработал» в пути 700 млн. т. груза брутто и более.

Для предотвращения изломов рельсов на полигоне Горьковской дирекции инфраструктуры в 2020 г. организовали дополнительную проверку перьев подошвы сварных стыков на участках с повышенным проявлением данных дефектов на расстоянии 150 мм от оси сварного стыка в каждую сторону. Чем вызвана данная мера? Перья подошвы диагностировали локальными средствами дефектоскопии только из-за того, что весь остальной рельс проверяется при сплошном контроле. Зона 150 мм от оси сварного стыка в каждую сторону — это часть рельса, наиболее подверженная воздействию сварочной машины (зона термического влияния и зона прижатия губок сварочной машины). Здесь возникают дефекты от поджогов металла. Таким образом удалось выявить шесть дефектов в перьях подошвы, которые никак не обнаружались бы при сплошном контроле и привели бы к излому рельса.

Исходя из вышеизложенного, считаем, что предпринятые меры необходимы и обоснованы. Проводить такую работу следует в период входа в зиму (сентябрь — октябрь в зависимости от климатической зоны). Также уверены, что проверять сварные стыки рельсов нужно и при перекладке рельсовых плетей (смена рабочего канта, переукладка рельсов из прямого участка в кривую и т.д.)

Введение новых нормативных документов, регламентирующих работу средств рельсовой дефектоскопии, имеет и много положительного для организации современной диагностики.

Отметим также эффективность и большую пользу введения единой информационной системы работы средств рельсовой дефектоскопии ЕКАСУИ ДМ НК. Многие скептики отнесутся к этим словам отрицательно, так как система еще несовершенна и требует значительной доработки. Однако без этой программы положение дел в диагностике железнодорожного пути будет намного хуже, надо оттачивать и доводить начатое до логического завершения.

На сегодняшний день нововведения в системе ЕКАСУИ ДМ НК нередко нуждаются в доработке. Например, появилась функция утверждения периодичности контроля рельсов, но после этого внести какие-то изменения в систему невозможно. Зачастую всплывают ошибки в базе данных (неверно присвоен класс пути, не все объекты внесены), а изменить что-либо программа уже не позволяет. И специалистам приходится «откатываться» на несколько десятков лет назад и на бумажном носителе расчерчивать график работы средств дефектоскопии.

Еще одна тема, которая заслуживает отдельного внимания — организация работы диагностических комплексов инфраструктуры (ДКИ) на сети железных дорог и переход к

комплексной оценке объектов инфраструктуры. Существующая система неразрушающего контроля в диагностических комплексах пока недостаточно эффективна по ряду причин.

Диагностические комплексы размещают в составе пассажирских поездов, которые останавливаются только, но расписанию, поэтому оперативно устранить неисправности системы, возникшие при проезде, невозможно и, как следствие, остаются не проконтролированные участки пути.

Немаловажную роль для включения неразрушающего контроля в состав диагностических комплексов играет автоматизированная расшифровка данных. Если диагностический комплекс не имеет такой системы или она работает некорректно, то объем данных для обработки становится «неподъемным». Так, за 10 дней комплекс «СПРИНТЕР-ИНТЕГРАЛ» (АО «Фирма ТВЕМА») (рисунок 2), в составе почтово-багажного поезда проехал 8 тыс. Автоматизированная система выдала 980 тыс. отметок с подозрением на дефект. Такой объем абсолютно невозможно своевременно осмотреть, обработать и расшифровать. В последние годы при закупке вагонов-дефектоскопов и ДКИ наличие системы является обязательным условием.



Рисунок 2 – Комплекс «СПРИНТЕР-ИНТЕГРАЛ»

До сих пор участки диагностики (цеха дефектоскопии) входят в состав дистанций пути и инфраструктуры, что, несомненно, снижает качество и объективность оценки состояния рельсового хозяйства. Концепцией развития средств неразрушающего контроля пути предусмотрена передача участков диагностики в состав Центров диагностики и мониторинга. На сегодняшний день на ряде дорог участки диагностики дистанций пути переданы в состав РЦДМ. По завершению этого пилотного проекта данные изменения будут внедряться по всей сети.

#### Список использованных источников

1. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. Новосибирск: СГУПС, 2019. 101 с.
2. Малыгин Е.А. Технические средства и технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте: Учебное пособие по дисциплине «Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте» для студентов спец. 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» всех форм обучения. М., 2007. 367 с.
3. Гапоненко А.С. Диагностика состояния железнодорожного пути: учебное пособие / А.С. Гапоненко, А.В. Романов, М.В. Бушуев. СПб., 2022. 52 с.
4. Янцевич И.Е. Теоретическое обоснование для разработки «модуля программного обеспечения» ультразвукового дефектоскопа / И.Е. Янцевич, А.П. Иванова, Е.И. Панов // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия: материалы Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОрИПС, 2022. С. 39-42.
5. Янцевич И.Е. Дистанционный мониторинг для разработки «модуля программного обеспечения» ультразвукового дефектоскопа Авикон-11/ И.Е. Янцевич, А.П. Иванова // Проблемы безопасности на транспорте: материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2 ч. Под общей ред. Ю.И. Кулаженко. Гомель, 2022. С. 82-85.

## SYSTEMS FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING OF RAILS

*The article considers the main provisions on methods of non-destructive testing and prospects of development in this branch of the railway industry.*

**Keywords:** *diagnostics, railway inspection, monitoring, non-destructive testing, flaw detector, wear.*

УДК 625.731.2

## **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТОРОПРИВОДОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ, ЭЛЕМЕНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ**

*Иванова А.П., Назаров Е.Р.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье изложена информация о существующих электрических приводах стрелочного перевода, классификация стрелочных переводов и их анализ, предложены направления их совершенствования и модернизации.*

**Ключевые слова:** *стрелочный перевод, привод, стрелка, электродвигатель, контроль, электропривод, механизм.*

Одной из основных задач железнодорожного транспорта является обеспечение безопасности движения поездов. Одним из элементов, обеспечивающих эти условия, являются стрелочные переводы. Электроприводы стрелочных переводов на железной дороге играют важную роль в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного движения. Они играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного движения. Электроприводы используются для переключения стрелочных переводов. Они обеспечивают плавное и надежное изменение положения стрелок, что позволяет поездам двигаться по выбранным маршрутам. Это важно для обеспечения безопасности и упорядоченности движения поездов. Электроприводы позволяют автоматизировать процессы управления железнодорожной инфраструктурой. Операторы могут удаленно контролировать и управлять переключением стрелок с помощью специальных систем и диспетчерских центров. Это упрощает и ускоряет процессы и снижает вероятность ошибок. Некоторые электроприводы также могут использоваться для регулирования скорости и торможения поездов. Это позволяет достичь более плавного и контролируемого движения, улучшая комфортность и безопасность пассажиров. Использование электроприводов на железных дорогах позволяет более эффективно управлять энергией и ресурсами. Они обычно разработаны для минимизации энергопотребления и оптимизации процессов движения поездов, что приводит к экономии электроэнергии и сокращению расходов.

В целом, электроприводы существенно способствуют безопасности, эффективности и надежности железнодорожного движения. Они предоставляют более точное и надежное управление инфраструктурой, позволяют автоматизировать процессы и дистанционно контролировать оборудование, а также предотвращают столкновения и повышают энергоэффективность.

На железной дороге существует несколько типов электроприводов, которые используются для управления различными системами и устройствами. Вот некоторые из наиболее распространенных типов электроприводов на железной дороге:

Электроприводы для стрелочных переводов: Эти электроприводы применяются для контроля положения и переключения стрелочных переводов. Они обычно оснащены электродвигателем, который передвигает механизмы, изменяя положение стрелки. Это

позволяет выбрать нужный маршрут для поезда. Электроприводы стрелочных переводов бывают электромеханическими или электрогидравлическими.

Электроприводы для ворот и дверей: Для управления автоматическими воротами и дверями на железной дороге также используются электроприводы. Они могут быть разного типа, включая электромеханические со шестернями, цепными или приводами с использованием редукторов и других механизмов.

Электроприводы для системы торможения поездов: Некоторые электроприводы используются для регулирования торможения поездов. Они позволяют контролировать рабочий тормоз поезда и обеспечивать нужную силу торможения при необходимости. Эти электроприводы часто работают совместно с другими системами торможения, такими как пневматический тормоз.

Электроприводы для управления скоростью поезда: Управление скоростью поезда также может осуществляться с помощью электроприводов. Они могут работать в комплексе со специальными системами управления, которые регулируют подачу энергии и контролируют рабочие параметры двигателя, чтобы достичь нужной скорости и сохранить стабильность движения.

Электроприводы для стыковых систем: в некоторых случаях электроприводы используются для управления стыковыми системами. Они позволяют механически соединять или разъединять железнодорожные составы, обеспечивая безопасность и эффективность прицепления и отцепления поездов.

Приводы электрических стрелочных переводов основаны на использовании электромеханических или электрогидравлических систем и позволяют контролировать и изменять положение стрелок. Обычно это делается с помощью электродвигателя, который приводит в движение механизм, перемещающий стрелку в нужное положение.

В зависимости от вида потребляемой энергии приводы могут быть электромеханическими, электромагнитными, электропневматическими или электрогидравлическими. Электромеханические приводы точек переключения имеют электродвигатель и механический редуктор, а электромагнитные — тяговые электромагниты (соленоиды)(рисунок 1).



Рисунок 1 – Электромеханический привод УПС для стрелочного перевода

Различные типы устройств блокировки делят устройство привода переключателя на внешние устройства блокировки и внутренние устройства блокировки. У некоторых устройств механизм блокировки конструктивно расположен внутри корпуса, а у других внешний механизм расположен вне привода в виде отдельного замыкателя, управляемого приводом. Приводы также делятся на врезные и неврезные. Врезные устроены таким образом, чтобы предотвратить повреждение механизма при врезке, их конструкция имеет вид врезного механизма с гибкой или жесткой связью между ведущими и ведомыми элементами привода. Неврезные приводы не имеют такого механизма, поэтому они проще и надежнее, но могут быть повреждены в процессе врезки.

По времени перевода привод можно разделить на высокоскоростной (до 1 секунды), нормальные (до 5 секунд) и медленные (более 5 секунд). Высокоскоростные приводы применяют на сортировочных горках и станционных маневровых участках, нормальные — на станциях с электрическими централизованными стрелками и сигналами, а медленные — преимущественно на путях со стрелками с длинными гибкими остряками.

На железных дорогах наибольшее распространение получили электромеханические стрелочные приводы. Это обусловлено тем, что их механизм надежен, к ним удобно подавать энергию, после чего ее просто преобразовать в механическую работу.

Стрелочный электропривод – электромеханический переводной механизм, применяемый на железнодорожном транспорте. Стрелочный электропривод (рисунок 2) применяется для заслона, перевода, регулирования позиций указателя при электрической, горочной и диспетчерской централизациях.



Рисунок 2 – Стрелочный электропривод

Конструкция стрелочного привода включает: электродвигатель; фрикционный механизм (муфта), редуктор, взрезное устройство, запирающий механизм, контрольное устройство (автопереключатель), рабочие шиберы и контрольные линейки.

Уровень безопасности движения поездов зависит также от надежной работы одного из важнейших его узлов – стрелочного двигателя. На железных дорогах применяются асинхронные и коллекторные двигатели.

Недостатком коллекторных двигателей постоянного тока является сложность обслуживания коллекторно-щеточного узла. Их необходимо притирать к коллектору, а его продорозжить. Максимальный износ щетки не должен превышать 50% от первоначальной длины. При длительной эксплуатации между щетками и коллектором могут возникать паразитные зазоры, вызывающие выпрямление подаваемого управляющего напряжения при неполном переключении и формирование ошибочных сигналов относительно положения наконечника. Поэтому щетки коллектора необходимо регулярно чистить и заменять. Все это увеличивает затраты. Асинхронные двигатели также имеют множество недостатков. Для обеспечения их функциональности сетевое напряжение переменного тока должно подаваться по трехфазной цепи. Огромный пусковой ток может привести к перегоранию контактов выключателя электропривода и сократить срок его службы. Повышение надежности и снижение эксплуатационных расходов можно решить с помощью применения совершенно нового электродвигателя.

Бесконтактный управляемый двигатель (ДБУ), предназначенный для работы в составе электропривода постоянного тока точечного типа. ДБУ полностью сохраняет установочные и присоединительные размеры, обеспечивая полную взаимозаменяемость с используемыми в настоящее время двигателями МСП. Также может быть установлен в линейке электроприводов ВСП. Преимущество электродвигателя этого типа в том, что он исключает один из самых ненадежных узлов электропривода – фрикционную муфту. Стабильность работы и защита двигателя от перегрузки определяются электроникой

двигателя. Пусковой ток ДБУ значительно ниже, чем у используемого двигателя, поэтому контакты магнитного переключателя не перегорают. Конструкция ДБУ практически исключает возможность повреждения обмоток при климатических и механических воздействиях, его использование исключит необходимость проведения профилактических и наладочных работ, что снизит затраты на техническое обслуживание. Кроме того, двигатели могут работать от сети переменного тока и батарей. Конструкция позволяет использовать информацию от датчика положения ротора двигателя для управления процессом движения.

Для замены коллекторного двигателя постоянного тока с последовательными обмотками, используемого в стрелочных электроприводах типа СП, разработан двигатель ДБУ-120-300-1,2-160-Д25. Однако после испытаний выяснилось, что полупроводниковые компоненты блока управления ДБУ несовместимы со штатной схемой управления стрелкой. Эта схема надежна и помехоустойчива, но имеет и некоторые недостатки. Неправильное управление может произойти из-за дуги между щетками и коллектором двигателя или из-за перепутывания проводов. Кроме того, в этом случае невозможно использовать винтовые электроприводы марки ВСП.

С целью минимизации этих недостатков была разработана современная аппаратура управления и контроля электроприводов (АУК) по двухпроводным схемам. Устройство предназначено для управления электроприводами с реверсивными двигателями постоянного тока МСП и ДБУ. АУК переключает рабочую цепь и цепь управления, чтобы исключить неправильное управление положением стрелки, и защищает двигатель от вращения при замыкании жилы кабеля с другими цепями или при воздействии электродвижущей силы переменного тока при двойном заземлении. Это также исключает ложное управление из-за вентильного воздействия на электродвигатели при случайном перепутывании линейных проводов.

В состав устройства входит релейно-термисторный блок, обеспечивающий гальваническую развязку цепи управления и рабочей цепи, защита схемы управления от помех и опасных неисправностей при несанкционированных модификациях полупроводниковых компонентов вследствие неисправностей и отказов. Это также предотвращает ложный запуск двигателя из-за воздействия внешней ЭДС переменного тока и управляющего напряжения, попадающего на обмотки. АУК состоит из основного коммутационного блока БКО и дополнительного коммутационного блока БКД, датчика положения ДП, реле ДБК типа ОМШ2-46 или ОЛ2-88 и реле НОК типа НМШМ1-1000.

Из всех аварий, происходящих из-за неисправностей железнодорожной автоматики и дистанционного механического оборудования, 10% отказов происходит из-за отжима остряка. В настоящее время разрабатывается устройство для контроля положения стрелок при проезде подвижного состава через стрелочный перевод с использованием аппаратуры бесконтактного автоматического управления стрелочными переводами (АБАКС), основанной на датчиках фактического положения остряков к рамным рельсам. Однако АБАКС уведомляет лишь о произошедших событиях, что делает вероятность опасных сбоев достаточно высокой. Для получения полной информации о состоянии электропривода необходимо использовать отдельное контрольно-диагностическое оборудование для каждого электропривода.

Практическое значение имеет также диагностика предаварийных состояний на основе информации об эксплуатации стрелок. Используя встроенный импульсный датчик положения ротора, получают точную информацию о движении, скорости и ускорении ворот. Поэтому совместно с микропроцессором возможна дополнительная диагностика режима работы электропривода.

В Германии разработана автоматизированная система диагностики и контроля состояния стрелочных переводов, крестовин и кривых участков. В системе предлагается метод диагностики и контроля состояния стрелочных переводов, крестовин и кривых во

время движения поезда с автоматической записью полученной информации и ее обработкой на компьютере. Все контролируемое оборудование оснащено специальными датчиками.

Компьютерные технологии позволяют выявлять неисправности в электроприводах и диагностику повреждений электродвигателя с помощью автоматического контроля неисправностей. Для этого используется специальный интерфейс, позволяющий в течение периода переключения кратковременно переводить двигатель в генераторный режим для считывания характеристик генератора при помощи аналого-цифрового преобразователя. Эта технология, распознавая образы, определяет неисправности мотора.

**Вывод:** Современные стрелочные электроприводы должны гарантированно обеспечивать показатели безопасности движения поездов и быть высоконадежными. Необходимо снижать эксплуатационные затраты на их содержание путем создания необслуживаемых технологий, использования передовых технологий изготовления и современных материалов.

Тенденции достижения высоких скоростей выдвигают более жесткие требования к надежности технических средств, обеспечивающих безопасность движения поездов по стрелочным переводам. Поэтому при организации высокоскоростного движения необходим новый подход к разработке стрелочных переводов и электроприводов.

Реализация данной задачи предполагает создание единого технического комплекса стрелочного перевода с возможностью диагностики его состояния и оценки показателей безопасности движения поездов по стрелочному переводу. Его создание невозможно без использования принципиально новых технических решений конструкции стрелочных переводов, электроприводов и систем управления. Представленная аналитическая оценка электроприводов стрелочных переводов, позволяет определить направления модернизации, с исключением недостатков в их работе.

#### Список использованных источников

1. Сороко В.И. Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России; Энциклопедия, Т.1, 2006.
2. Устинский А.А. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. трансп. / А. А. Устинский, Б. М. Степенский, Н.А. Цыбуля и др. М.: Транспорт, 1985. 439 с.
3. Дедюля Д.В. Проблема намагниченности рельсовых стыкосоединителей и пути ее решения / Д.В. Дедюля, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. С. 71-75.
4. Иванова А.П. Оценка отклонений в интервалах времени обслуживания и эксплуатации технической системы / А.П. Иванова, Т.И. Пискарёва, Л.В. Межуева. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017662438, 07.11.2017. Заявка № 2017619026 от 07.09.2017.
5. Иванова А.П. Надёжность как фактор проектируемой системы / А.П. Иванова, Л.В. Межуева, Т.И. Пискарёва, В.Ю. Полищук, А.А. Сорокин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 77-79.

#### **ANALYTICAL ASSESSMENT OF ELECTRIC DRIVES OF TURNOUTS, ELEMENTS OF IMPROVEMENT AND MODERNIZATION**

*The article provides information on existing electric turnout drives, classification of turnouts and their analysis, and suggests directions for their improvement and modernization.*

**Key words:** *turnout, drive, switch, electric motor, control, electric drive, mechanism.*



## **ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ**

*Иванова А.П., Самосватов В.Д.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье изложены основные положения о проектировании и строительстве железнодорожных мостов, а также инновационные методы, используемые в их строительстве и проектировании.*

***Ключевые слова:** железная дорога, проектирование, мост, фундамент, опора, особенности строительства, инновации в строительстве.*

Мосты являются стратегическим объектом железной дороги, поэтому от их технического состояния зависит эффективность ее работы. Соответственно, проектирование надежных, долговечных конструкций из современных материалов, позволит повысить функциональность и производственный ресурс строящихся мостов.

Использование мостов на железной дороге имеет колоссальное значение для развития общественного и товарного транспорта, улучшения связей между регионами и создания условий для экономического роста. Они не только обеспечивают эффективное перемещение грузов и пассажиров, но и способствуют развитию туризма, социальной инфраструктуры и регионального развития.

Проектирование мостов является творческим процессом, объединяющим технологию, инженерию и искусство, которое никак не может обойтись без внедрения и применения инноваций в области строительства.

Первые железнодорожные мосты в России строились в XIX веке. На тот момент, технология строительства мостов находилась еще в стадии развития, поэтому инженеры использовали различные экспериментальные методы и материалы для создания прочных и надежных конструкций.

Одним из наиболее важных достижений в области строительства железнодорожных мостов было использование пролетных строений из кованого железа или стали. Первые такие мосты были построены на испытательном участке Московско-Нижегородской железной дороги. Эти мосты был построен в 1857 году и сделал большой вклад в развитие мостостроения в России. Еще одним примером таких мостов, может служить (рисунок 1) арочный мост через реку Обь.

Одной из важнейших технологий было применение понтонной системы строительства мостов. В таком подходе мостовая конструкция монтируется с помощью плавучих платформ (понтон), которые могут быть перемещены на нужную позицию. Этот метод использовался при строительстве первых мостов через реки и водоемы, где сложно было установить постоянные фундаменты. Например, мост через реку Волгу в городе Сызрань в 1875 году был построен с использованием понтонной системы.

Также важным фактором в технологии строительства первых железнодорожных мостов было использование качественных материалов, таких как камень, дерево и кирпич. Это позволяло создавать прочные фундаменты и опоры мостов, обеспечивая их долговечность.



Рисунок 1 – Старый арочный мост

В целом, технология строительства первых железнодорожных мостов в России была основана на комбинации различных методов, таких как использование металлических конструкций, понтонной системы и качественных материалов. Эти достижения позволили строить надежные и прочные мосты, которые сыграли важную роль в развитии железнодорожного транспорта в России.

Строительство железнодорожных мостов в современной России проходит в несколько этапов:

1) Проектирование: сначала разрабатывается технический проект моста, включающий в себя выбор оптимального расположения, тип моста и материалов для его строительства.

2) Подготовка строительной площадки: производится очистка территории от растительности и других преград, а также строятся временные дороги и мостки для доступа к месту строительства.

3) Нагружение и укрепление грунта: перед началом строительных работ производится грунтовая разведка и определение особенностей грунтов на участке. В случае необходимости применяются специальные методы укрепления и нагружения грунта для обеспечения его необходимой прочности.

4) Строительство опор и фундаментов: устанавливаются опоры моста, которые могут быть выполнены из бетона, железобетона или стали. Затем производится укладка фундаментов для опор.

5) Монтаж мостовой конструкции: мостовая конструкция, включающая в себя пролеты, перемычки и пути, монтируется с использованием кранов, сварочных работ и других технологий. Конструкция может быть выполнена из стали, железобетона или комбинированных материалов.

6) Укладка железнодорожного пути: после монтажа мостовой конструкции производится укладка рельсов и шпал, а также установка системы электроснабжения и сигнализации.

7) Отделочные работы: после основных строительных работ производятся отделочные работы, включающие в себя покраску моста, установку ограждений и освещения.

Каждый мост имеет свои особенности, и процесс строительства может немного отличаться в зависимости от его типа и условий на месте строительства.

Инновационные методы строительства железнодорожных мостов включают в себя использование новых технологий и материалов, которые позволяют улучшить процесс строительства, снизить затраты и повысить качество возводимых конструкций.

Такие методы включают в себя:

1) Применение композитных материалов: использование инновационных композитных материалов, таких как углепластик и стеклопластик, может существенно улучшить прочность, легкость и долговечность мостовых конструкций.

2) Применение противоаварийных систем: новые технологии разработки и установки противоаварийных систем позволяют предотвращать происшествия на железнодорожных мостах, такие как столкновения с автомобилями или сходы поездов.

3) Использование систем автоматизации и роботизации: применение автоматизированных и роботизированных систем в строительстве позволяет повысить точность и скорость работ, а также улучшить безопасность рабочих.

4) Применение модульных конструкций: использование модульных конструкций позволяет сократить время строительства, так как они предварительно изготавливаются в заводских условиях и затем монтируются на месте.



Рисунок 2 – Современный электрифицированный мост

5) Применение инновационных методов укрепления грунтов: использование новых методов укрепления грунтов, таких как напряжение, в грунтах или использование специальных геотекстилей, позволяет устранить проблемы с нестабильностью грунтовых оснований и повысить надежность мостовых конструкций.

6) Применение автоматических систем мониторинга: инновационные системы мониторинга позволяют непрерывно контролировать состояние и нагрузки на мостовые конструкции, что повышает их безопасность и позволяет выявить проблемы своевременно.

Внедрение этих инновационных методов строительства железнодорожных мостов позволяет сократить время и затраты на строительство, а также повысить качество и надежность мостовых конструкций. Например, современный электрифицированный мост, представлен на рисунке 2.

Мосты, построенные на базе инновационных технологий способны выдержать любой удар как со стороны стихии и эксплуатационных нагрузок, так и от возможных террористических диверсий. Надежные транспортные артерии нашей страны – это залог благополучия нашего общества и государства во все времена.

#### Список использованных источников

1. Королев К.В. Проектирование фундаментов русловой опоры железнодорожного моста: учебно-методическое пособие. Новосибирск: СГУПС, 2021. 79 с.

2. Боровик Г.М. Проектирование стального пролетного строения со сплошными главными балками железнодорожного моста: учебное пособие / Г.М. Боровик, Я.А. Швец, О.В. Пассар. Хабаровск: ДВГУПС, 2022. 86 с.
3. Мозалевская А. К. Проектирование фундамента мелкого заложения на естественном основании для опоры железнодорожного моста: учебно-методическое пособие. Иркутск: ИрГУПС, 2017. 84 с.
4. Иванова А.П. Геометрия мостов через века / А.П. Иванова, М.А. Васильева, Н.М. Гунько // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). Оренбург: ОГУ, 2020. С. 151-154.
5. Иванова А.П., Межуева Л.В., Пискарёва Т.И., Полищук В.Ю., Сорокин А.А. Надёжность как фактор проектируемой системы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 77-79.

## **PRINCIPLES OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF RAILWAY BRIDGES AND APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS IN WORK PRODUCTION**

*The article outlines the basic provisions on the design and construction of railway bridges, as well as innovative methods used in their construction and design.*

**Key words:** *railway, design, bridge, foundation, support, construction features, innovations in construction.*

УДК 625.1

## **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

*Иноземцев С.А., Чучукова И.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье представлены определение железнодорожного здания, их классификация и особенности их возведения*

**Ключевые слова:** *здание, железнодорожный транспорт, энергетическое хозяйство, железнодорожная отрасль, локомотивное хозяйство, депо*

Железнодорожные здания выполняют не только функции технической эксплуатации, но и являются важными элементами визуального облика городов. Они могут быть представлены в различных стилях архитектуры, от классицизма до современных конструкций. Среди основных типов железнодорожных зданий можно выделить вокзалы и депо. Вокзалы предназначены для приема и отправления пассажиров, оборудованы платформами, залами ожидания и кассами. Депо служат для хранения и ремонта поездов, а также обслуживания локомотивов. Эти здания обладают не только функциональностью, но и имеют значимое историческое и культурное значение. Вместе с тем, они представляют собой сложные инженерные сооружения, требующие постоянного обслуживания и ремонта. Важное значение придается организации безопасности при эксплуатации этих зданий, так как они являются местами большого скопления людей. В целом, железнодорожные здания — это ключевые объекты инфраструктуры, гарантирующие эффективное функционирование железнодорожной отрасли и обеспечение всех необходимых условий для пассажиров и персонала. Отметим, что объем строительства на железнодорожных линиях невелик и носит ограниченный характер. Одна из причин этого - линейно-рассредоточенное расположение строительных площадок вдоль дороги. Благодаря такому подходу строительство может независимо осуществляться на каждой площадке, что удобно для строительных компаний и минимизирует затраты на транспортировку строительных материалов и оборудования из баз Строительной индустрии, которые могут находиться на большом удалении.

Также нужно обратить внимание на зависимость объема строительства на новых железнодорожных линиях от их пропускной способности. Емкость дороги может определять количество и сложность строительных объектов, которые будут расположены на этой линии [1].

Рассмотрим подробнее классификацию зданий, которые строятся на железнодорожных линиях. Они делятся на общественные, жилые и производственные. Общественные здания предназначены для обслуживания населения и размещения административных учреждений и организаций. Жилые здания представляют собой жилые помещения, где могут проживать сотрудники железнодорожной отрасли и их семьи. Производственные здания предназначены для размещения промышленных предприятий и заводов, связанных с железнодорожной инфраструктурой.

Отчасти классификация зданий, строящихся на железнодорожном транспорте, зависит от назначения строения и объема предполагаемой работы. Роль железнодорожных зданий в системе транспорта неопределима. Они выполняют не только функцию обслуживания пассажиров, но и обеспечивают работу важнейших служб и отделений дороги. Их размещение происходит в рамках административных подразделений, чтобы обеспечить удобство и эффективность работы.

Строительство железнодорожных зданий осуществляется как на новых линиях, так и при модернизации существующих. Кроме того, они не только обслуживают хозяйства дороги, но и объединяются вместе, если имеют сходное предназначение. Это дает ряд преимуществ, таких как сокращение объема и площади застройки, а также уменьшение затрат на коммуникации и уход за территорией.

Пассажирские здания находятся на всех станциях, остановочных пунктах и местах посадки и высадки пассажиров. Они играют ключевую роль в обеспечении комфортного и безопасного передвижения пассажиров. При этом они также выполняют важные функции, такие как предоставление информации о расписании и организация продажи билетов.

В целом, железнодорожные здания являются важной составляющей инфраструктуры железнодорожного транспорта. Они обеспечивают гладкое функционирование дороги, удовлетворяя потребности пассажиров и работников. Их эффективное расположение и обслуживание играют ключевую роль в развитии и совершенствовании железнодорожной системы. Современные вокзалы и административные здания являются функциональными сооружениями, которые обладают рядом особенностей. Вокзалы строятся по каркасной схеме, что дает возможность достичь высокой сборности и гибкости в планировке и архитектурных решениях. Они состоят из множества помещений, предназначенных для обслуживания пассажиров. Внутри вокзала размещаются кассы, информационные стенды, кафе, магазины и другие объекты коммерческого назначения. Комфорт путешественников обеспечивается с помощью современных систем досмотра, видеонаблюдения и климат-контроля.

Административные здания, как правило, служат для размещения управлений дорог, контор отделений и других организаций. Они представляют собой многоэтажные сооружения с разнообразными планировочными решениями. Внутри таких зданий находятся офисы, переговорные комнаты, а также различные учреждения общественного значения. Это могут быть библиотеки, архивы, конструкторские бюро, залы совещаний и другие объекты. Такое сосредоточение различных учреждений в одном здании облегчает ведение деловой деятельности и улучшает обслуживание клиентов.

Важной особенностью вокзалов и административных зданий является их размещение в городах. Обычно они располагаются в центральных частях города или вблизи транспортных узлов. Это позволяет обеспечить удобный доступ для пассажиров и клиентов, а также своевременную организацию работы организаций и учреждений, расположенных внутри зданий.

В целом, современные вокзалы и административные здания представляют собой современные и функциональные сооружения, которые облегчают перемещение людей и предоставляют удобные условия для работы и обслуживания. Они обладают современными техническими решениями и способствуют развитию инфраструктуры городов. Локомотивные депо являются важной частью локомотивного хозяйства. Они представляют собой специальные здания, где осуществляется хранение и обслуживание локомотивов. Для строительства депо используются различные материалы. Одним из самых распространенных является кирпич. Такие здания обычно имеют прочную конструкцию и обеспечивают надежную защиту от внешних воздействий.

Также для строительства локомотивных депо часто используются каркасно-панельные конструкции. Они отличаются своей прочностью и простотой монтажа. Современные депо строятся из железобетонных конструкций. Это позволяет создать компактные и надежные здания, которые соответствуют современным требованиям.

Важной частью локомотивного хозяйства являются экипировочные устройства. Они предназначены для снабжения локомотивов различными материалами и проведения технического осмотра. Такие устройства включают в себя здания водоподготовки, где подготавливается вода для использования в паровозах.

Также в экипировочных устройствах имеются устройства для раздачи топлива, смазки и песка. Они позволяют обеспечить локомотивы всем необходимым для их работоспособности. Кроме того, в этих зданиях устанавливаются обмывочные установки, где производится очистка локомотивов.

Таким образом, здания, используемые в локомотивном хозяйстве, играют важную роль в обеспечении работоспособности локомотивов. Они создаются с использованием различных материалов и обеспечивают хранение, обслуживание и снабжение локомотивов необходимыми ресурсами. Это позволяет эффективно выполнять железнодорожные перевозки и поддерживать безопасность и надежность работы. Различные объекты и станции связаны с вагонным хозяйством на железной дороге. Чаще всего они представлены вагонными депо разной степени функциональности, которые занимаются ремонтом и комплектованием пассажирских и грузовых вагонов. В депо также имеются различные цеха и отделения. Упоминаются другие объекты, такие как пункты технического осмотра и ремонта вагонов, контрольные пункты автотормозов, ремонтно-экипировочные депо и компрессорные станции, а также промывочно-пропарочные станции и концепропиточные пункты. Отмечается, что при строительстве подобных объектов используются типовые строительные детали и конструкции. Промывочно-пропарочные работы проводятся с помощью желобов, которые необходимы для подготовки цистерн перед заполнением нефтепродуктами. Важным аспектом зданий энергетического хозяйства железных дорог является их устойчивость к агрессивной среде. Учитывая, что такие здания располагаются рядом с железнодорожными путями, необходимо предусмотреть защиту от воздействия постоянного движения поездов.

Также эти здания должны быть долговечными. Они должны прослужить длительное время без необходимости значительного ремонта или замены основных конструкций. Для достижения этой цели используются качественные материалы и инженерные решения, способные выдерживать различные неблагоприятные факторы.

Тяговые подстанции – это один из важных компонентов энергетического хозяйства железных дорог. Они обеспечивают электропитание двигателей и других систем поездов. В свою очередь, дежурные пункты обслуживания контактной сети отвечают за надежное функционирование проводящих линий и устранение возможных аварий.

Контейнеры для хранения запасов топлива также являются неотъемлемой частью энергетического хозяйства железных дорог. Обычно они располагаются рядом с дизельной электростанцией, чтобы обеспечить быстрое и бесперебойное пополнение запасов топлива.

Одноэтажное здание дизельной электростанции часто включает в себя машинный зал, где находятся генераторы электроэнергии, помещения для установки электрооборудования, трансформаторную подстанцию, где происходит преобразование электрической энергии, а также помещения для хранения топлива и других служебных помещений.

В целом, здания энергетического хозяйства железных дорог не только обеспечивают энергетическую безопасность, но и играют важную роль в обеспечении надлежащей работы железнодорожного транспорта. Они должны быть устойчивыми к агрессивной среде, чтобы максимально продлить их срок службы и обеспечить бесперебойное функционирование систем железных дорог. Здания, предназначенные для монтажа, ремонта и размещения устройств связи, испытательных станций и централизации, оборудованы с учетом специфики работы и требований данных систем. Такие здания обычно имеют различные зоны, включающие машинные залы, посты и другие помещения.

При строительстве таких зданий используются специальные материалы, обеспечивающие необходимую безопасность и функциональность. Конструкции оснащаются противопожарными системами, устройствами для снижения электромагнитных помех и другими техническими средствами, гарантирующими бесперебойную работу устройств связи.

Типичные характеристики таких зданий включают двухэтажность домов связи, что позволяет разместить все необходимое оборудование на отдельных этажах. Это облегчает обслуживание и обеспечивает более удобные условия для работы специалистов.

Важным аспектом при строительстве этих зданий является их грамотная планировка и организация пространства. Различные зоны должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить оптимальные условия для работы персонала, безопасность и функциональность систем связи.

Таким образом, строительство зданий для установки, ремонта и размещения устройств связи требует использования специальных материалов, технических средств и обеспечения оптимальной планировки пространства. Это позволяет обеспечить надежную работу систем связи и обслуживание аппаратуры в соответствии с требованиями и нормами данной отрасли. В железнодорожной инфраструктуре используются строения разных областей эксплуатации. Первый этаж предназначен для телеграфной аппаратуры, а второй этаж - для аппаратуры связи. Подвал используется для котельных и других технических помещений. Также грузовые хозяйства включают склады, платформы, зарядные станции и другие сооружения, предназначенные для грузовых операций. В заключение указывается, что для строительства таких зданий используются сборные железобетонные конструкции. В зависимости от назначения и использования, различные здания и сооружения в железнодорожной отрасли включают в себя цехи и мастерские для проведения диагностики, ремонта и модернизации техники. Кроме того, здесь находятся склады с необходимыми запасными частями, инструментами и материалами, а также рабочие площадки для выполнения работ по ремонту и обслуживанию.

Последняя категория железнодорожных зданий предназначена для обслуживания пассажиров. Сюда входят здания железнодорожных вокзалов, которые предоставляют пассажирам комфортные условия ожидания и прибытия поездов. Также в этот комплекс входят здания касс, билетных киосков, кафе и ресторанов, платформ и навесов для посадки и высадки пассажиров.

Все эти комплексы зданий и сооружений играют важную роль в обеспечении железнодорожного транспорта. Они обеспечивают не только комфортное перемещение пассажиров, но и эффективное обслуживание и ремонт техники. Каждая часть комплекса имеет свою специфику и важность в общей системе железнодорожного транспорта. Сборно-монолитные конструкции из тонкостенных плит с тепловым изоляционным слоем

широко применяются в работках и складах. Эти конструкции могут использоваться как при строительстве одноэтажных, так и многоэтажных зданий. Основные элементы сборного каркаса, такие как фермы, колонны, ригели и плиты, изготавливаются на заводах, а затем собираются и устанавливаются на строительных площадках. Этот подход позволяет сократить затраты на труд, время и стоимость строительства, а также обеспечить высокое качество и надежность зданий [2].

#### Список использованных источников

1. Железнодорожные здания – Режим доступа: <https://lokomu.ru/info/zheleznodorozhnye-zdaniya.html>
2. Исламов А.Р. Технология и механизация железнодорожного строительства. Проект производства монтажных и железобетонных работ при возведении зданий: метод. указания / А.Р. Исламов, И.Л. Парашенко. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. 49 с.

### **BASIC CONCEPTS OF RAILWAY INFRASTRUCTURE**

*This article presents the definition of a railway building, their classification and features of their construction*

**Keywords:** *building, railway transport, power industry, railway industry, locomotive industry, depot*

УДК 625.1

### **ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ**

*Иноземцев С.А., Чучукова И.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются основные проблемы, возникающие в ходе реконструкции пассажирских станций.*

**Ключевые слова:** *пассажир, цвет, внешний вид, пассажирский транспорт.*

Реконструкция вокзалов играет важную роль в повышении качества обслуживания пассажиров на железнодорожном транспорте. Улучшение внешнего вида и комфорта станций — это приоритетная задача для железнодорожных компаний. Для достижения этой цели используются разнообразные материалы, такие как стекло, металл, резина, асфальт и другие.

Выбор материалов основан на их прочности и доступной стоимости. Они позволяют долгое время сохранять внешний вид зданий и обеспечивают устойчивость к внешним воздействиям. Также важно отметить, что эти материалы могут быть окрашены в различные цвета, что способствует созданию яркой и привлекательной отделки.

Расширение и модернизация вокзалов имеет целью не только привлечение пассажиров, но и удержание их на железнодорожном транспорте. В условиях конкуренции с другими видами транспорта, железнодорожные компании стремятся предложить клиентам максимальный комфорт и удобство, чтобы удержать и привлечь больше пассажиров.

Современные вокзалы предлагают широкий спектр услуг, таких как кафе, магазины, аптеки, банкоматы и т.д. Также разрабатываются инновационные системы информирования и современные технологические решения, которые облегчают процесс покупки билетов и ориентации на станции.

В целом, реконструкция станций является важным этапом развития железнодорожного транспорта. Она позволяет улучшить условия пассажирского



обслуживания, создать комфортные условия для пассажиров и обеспечить высокий уровень конкурентоспособности. В процессе реконструкции залов ожидания меняется множество элементов. Колонны, занимающие много места, заменяются балками, позволяющими создать большие пролеты и освободить пространство. Потолки делаются более низкими и оборудуются специальными акустическими и изоляционными материалами для комфортного пребывания пассажиров. Старые деревянные полы покрываются прочными материалами: террацо, виниловыми или пластмассовыми плитками. Обшивка стен также меняется – фанера, винил, металлические панели, литые террацо или мраморная обшивка создают элегантный и современный интерьер. В процессе замены угольных отопительных систем на автоматические отопительные установки, основанные на газе или нефти, старые угольные радиаторы заменяются водяными или паровыми радиаторами. Эти установки оснащены механизмами автоматического регулирования и обеспечивают доставку тепла через излучение и конвекцию горячего воздуха.

Кроме того, при наружной реконструкции пассажирских зданий происходит удаление украшений и элементов декора, что позволяет упростить форму и облегчить внешний вид здания. Также в процессе реконструкции пассажирских зданий происходит сокращение высоты здания, что делает его более пропорциональным и эстетически приятным.

Модернизация включает использование современных материалов, таких как алюминий, что позволяет увеличить энергоэффективность здания и улучшить его экологические показатели. Изменение внешнего вида кирпичных стен также способствует обновлению и созданию нового современного облика здания.

В результате замены угольных отопительных систем и наружной реконструкции пассажирских зданий достигается значительное повышение комфорта и энергоэффективности, создается современный и привлекательный облик здания. Консольные навесы над платформами на вокзалах играют важную роль в комфорте пассажиров и защите от неблагоприятных погодных условий. Эти навесы не только приятно смотрятся, но и выполняют ряд функций.

Во-первых, они создают уютную атмосферу и приятное впечатление на пассажиров. Конструкция навесов, выполненная в современном стиле, добавляет эстетики и элегантности в общую архитектуру вокзала. Они становятся визитной карточкой и демонстрируют заботу о комфорте клиентов.

Во-вторых, консольные навесы способны защитить пассажиров от неблагоприятных погодных условий. В случае дождя или сильного солнца, они предоставляют надежную защиту от воздействия и помогают избежать неприятных ситуаций. Пассажиры могут спокойно ожидать свой поезд, не беспокоясь о возможных проблемах с погодой.

Особое внимание стоит уделить использованию консольных навесов на платформах, где происходит пересадка пассажиров. Такие платформы обычно наиболее загруженные и пассажиры проводят на них больше времени. Поэтому важно предусмотреть возможность комфортного отдыха и защиты от погоды на таких платформах [1].

В итоге, консольные навесы над платформами на вокзалах не только улучшают внешний вид и эстетику вокзала, но и создают комфортные условия для пассажиров. Они являются важным элементом при проектировании и строительстве вокзалов, их применение особенно предпочтительно на платформах с высокой пассажиропотоком и пересадками. В настоящее время вокзалы являются важными транспортными узлами, которые обслуживают большое количество пассажиров. Для обеспечения комфорта и удобства пассажиров вокруг платформы вокзалов применяются различные конструкции.

Одной из наиболее распространенных конструкций являются навесы или навесные крыши. Они устанавливаются над платформой и защищают пассажиров от дождя и снега.

Такие навесы имеют разные формы и размеры, но их основная цель - создание комфортных условий для пассажиров при ожидании поезда.

Другой важной конструкцией, которая применяется вокруг платформы, являются скамейки или лавочки. Они позволяют пассажирам с комфортом отдохнуть, особенно если они приехали заблаговременно и нужно долго ждать своего поезда. Также на платформах обязательно устанавливаются урны для мусора, чтобы пассажиры могли сохранять чистоту и порядок.

Важным аспектом усовершенствования вокзалов является их экономическая составляющая. Ведь строительство и обновление инфраструктуры требует больших затрат. Однако, благодаря развитию железнодорожного и автобусного транспорта, возникает потребность в объединении вокзалов, чтобы оба вида транспорта могли эффективно работать и обслуживать пассажиров. Это может сэкономить средства, так как можно будет использовать одну инфраструктуру для нескольких видов транспорта.

Помимо этого, длина путей и платформ должна быть адаптирована к увеличившимся размерам поездов. Ведь современные поезда становятся все длиннее, и вокзалы должны быть готовы принимать такие составы. Также необходимо пересмотреть систему сигнализации и светофоров, чтобы обеспечить безопасность движения поездов и пассажиров.

При общей реконструкции вокзала предпочтительными являются зонтичные навесы, которые обеспечивают защиту от дождя во время движения пассажиров к поезду. Такие навесы имеют красивый дизайн и могут быть выполнены в разных цветах и формах. Они становятся не только функциональными элементами, но и архитектурным украшением вокзалов.

Таким образом, конструкции, создаваемые вокруг платформы вокзала, играют важную роль в обеспечении комфорта и безопасности пассажиров. При выборе конструкций необходимо учитывать и экономические аспекты, чтобы инвестиции окупались и вокзалы могли эффективно функционировать. Приятные и нейтральные цвета – это отличный выбор для оформления зала, будь то аэропорт, вокзал или автобусная станция. Использование таких цветов способствует созданию комфортной и уютной атмосферы для пассажиров.

Приятные цвета — это теплые оттенки, которые придают помещению ощущение уюта и спокойствия. Они включают в себя разнообразные оттенки коричневого, бежевого и оливкового цветов. Такие цвета можно применять для отделки стен, напольных покрытий и мебели. Например, теплый бежевый оттенок на стенах зала будет создавать приятные ощущения и вызывать ассоциации с домашним уютом.

Нейтральные цвета — это, как правило, светлые оттенки, такие как белый, серый и бежевый. Они отлично подходят для помещений с высокой плотностью людей, так как не вызывают чувства дискомфорта и напряжения. Нейтральные цвета помогают визуально расширить пространство, делая его более воздушным и светлым. Также они красиво сочетаются с любыми другими цветами, позволяя создавать гармоничный дизайн.

Оформление зала в нейтральных цветах также влияет на психологическое состояние пассажиров. Теплые оттенки создают ощущение умиротворения и релаксации, что особенно важно в ожидании длительной поездки. Нейтральные цвета, в свою очередь, помогают снять напряжение и создают ощущение спокойствия.

Особое внимание следует уделить освещению в зале. Цветовая температура света должна соответствовать выбранным цветам. Теплый и мягкий свет поможет создать уютную атмосферу, тогда как холодный свет может вызвать ощущение дискомфорта.

В целом, использование цветового разнообразия в оформлении зала пассажиров создаст комфортные условия для отдыха и ожидания. Это позволит им чувствовать себя более расслабленными и уверенными перед поездкой. В результате, пассажиры будут

ощущать приятную атмосферу и оценивать такое внимание к их комфорту со стороны организации [2].

#### Список использованных источников

1. Реконструкция железнодорожных зданий – Режим доступа: <https://kubprostroy.ru/info/articles/rekonstruktsiya-zd-zdaniy/>
2. Виноградова М.А. Методы реконструкции железнодорожных вокзалов в транспортно-пересадочные комплексы / М.А. Виноградова, Н.М. Евтушенко-Мулукаева // ИВД. 2022. №6 (90).

### FEATURES OF PASSENGER STATION RECONFIGURATION

*This article describes the main problems that arise during the reconstruction of passenger stations.*

**Keywords:** *passenger, color, appearance, passenger transport*

УДК 656.25

### СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Криволапов В.Г., Лучинин А.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Кодовая электронная блокировка железнодорожного транспорта – важнейшая технология, повышающая безопасность и эффективность железнодорожных систем. В этой работе дается обзор концепции и ее значения в современных железнодорожных перевозках. В нем исследуются принципы, компоненты и преимущества электронной блокировки на железнодорожном транспорте, подчеркивается ее потенциал для предотвращения несчастных случаев и оптимизации транспортного потока.*

**Ключевые слова:** *железнодорожный транспорта, электронная блокировка, транспортный поток, предотвращение несчастных случаев, железнодорожные перевозки.*

В настоящее время на сети железных дорог продолжается широкое внедрение средств автоматизации и вычислительной техники. Эти устройства позволяют автоматизировать процессы управления движением поездов как на перегонах, так и на станциях, повысить безопасность поездов, улучшить экономические показатели железных дорог. Перед железнодорожным транспортом России стоят ответственные задачи по полному и своевременному удовлетворению потребностей народного хозяйства и населения в перевозках. Реализация этих задач имеет большое значение для динамичного развития всех отраслей народного хозяйства, экономики страны, повышения материального и имущественного уровня жизни людей [1].

Железнодорожный блок-код — это система, используемая на железнодорожном транспорте для управления движением поездов и обеспечения безопасности путем предотвращения столкновений. Это предполагает разделение железнодорожного пути на участки или «блоки», при этом каждый блок может быть занят только одним поездом одновременно. Конкретный код или используемая система сигнализации могут различаться в зависимости от страны и региона. Электронный кодовый замок может использоваться на любом виде тяги, как на двухпутных, так и на однопутных участках железной дороги. На двухпутных участках планируется движение по неправильному пути при капитальном ремонте второго пути, а также при кодовой автоблокировке. Но в отличие от него при реверсе этапа по схеме изменения направления происходит переключение рельсовых цепей так же, как и на однопутном участке. Некоторые

распространенные системы блок-сигнализации включают автоматическую блок-сигнализацию (ABS) и централизованное управление дорожным движением (СТС) [2].

В железнодорожной системе существует несколько типов блоков, которые обеспечивают безопасное движение поездов и предотвращают столкновения. Некоторые из основных типов блоков в железнодорожной системе включают:

Автоматический блок (Automatic Block Signaling - ABS) - этот тип блока автоматически управляет разделением участков пути (блоков) и обнаруживает нахождение поезда в блоке. Он используется для определения доступности участков пути для движения поездов.

Централизованное управление движением (Centralized Traffic Control - СТС): в СТС, блоки управляются централизованным образом, и диспетчеры контролируют движение поездов, давая разрешения на въезд и движение через блоки [3].

Блокировка с учётом наличия (Permissive Block Signaling) - этот тип блока позволяет двум поездам находиться в соседних блоках, но с ограничениями. Он используется для обеспечения более эффективного использования железнодорожной инфраструктуры.

Двухконтурная система (Two-Block System)- в этой системе путь делится на два блока, и одновременно в каждом блоке может находиться только один поезд.

Автоматическая система контроля поезда (Automatic Train Control - АТС) - эта система использует автоматизированные устройства и сигналы для контроля движения поездов и обеспечения безопасности [4].

Некоторые продвинутые системы допускают удаленное управление, позволяя администраторам изменять коды доступа или разрешения без физического посещения сайта блокировки. Это особенно полезно в крупных железнодорожных сетях.

Электронные кодовые замки могут быть интегрированы в более крупную систему управления железной дорогой. Это позволяет осуществлять централизованное управление и мониторинг точек доступа по всей железнодорожной сети.

При внедрении электронных кодовых замков в железнодорожную систему важно учитывать конкретные требования к безопасности, управлению пользователями и интеграции с другими системами. Кроме того, должны быть приняты меры кибербезопасности для защиты от несанкционированного доступа или взлома системы кодового замка.

Точные типы блоков и систем могут различаться в зависимости от страны, региона и конкретных железнодорожных компаний. Каждая из этих систем разработана для обеспечения безопасности и эффективности движения по железной дороге.

Таким образом, кодовая электронная блокировка (в железнодорожном транспорте – это современная система, предназначенная для безопасности и управления движением по железнодорожным путям.

Эта технология использует электронные устройства и программное обеспечение для координации движения поездов, предотвращения столкновений и оптимизации использования инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Она обеспечивает следующие преимущества:

ЭЦБ помогает предотвратить аварии, предупреждая столкновения поездов.

ЭЦБ оптимизирует поток движения по железнодорожным путям, сокращая временные задержки.

Управление движением поездов осуществляется централизованно, что улучшает координацию и контроль.

#### Список использованных источников

1. Бабаев М.М. Анализ современных систем регулирования движением поездов / М.М. Бабаев, И.А. Саяпина // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2011. №. 28. С. 66-74.

2. Маланчев А.Ю. Применение электроизмерительных приборов в работе железнодорожного транспорта / А.Ю. Маланчев, С.Н. Маланчева // Научный поиск: теория и практика. 2017. С. 50-53.
3. Дугаржапова Д.Д. Анализ систем интервального регулирования движения поездов в России и перспектив их модернизации / Д.Д. Дугаржапова, А.А. Онищенко // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2021. Т. 1. С. 160-164.
4. Безнарытний А.М. Анализ существующих и перспективных средств технического контроля системы числовой кодовой автоблокировки / А.М. Безнарытний, В.И. Гаврилюк // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2013. №. 5 (47). С. 7-15.

## **CODE ELECTRONIC BLOCKING ON RAILWAY TRANSPORT**

*Code electronic blocking of railway transport is the most important technology that increases the safety and efficiency of railway systems. This paper provides an overview of the concept and its significance in modern rail transportation. It explores the principles, components and advantages of electronic interlocking in railway transport, highlights its potential for accident prevention and traffic flow optimization.*

**Keywords:** railway transport, electronic blocking, traffic flow, accident prevention, railway transportation.

УДК 656.25

## **КОДОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БЛОКИРОВКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Криволапов В.Г., Лучинин А.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье описывается о том, что электронная блокировка железнодорожного транспорта – это система, которая использует электронные сигналы для предотвращения въезда поездов на участок пути, занятый другим поездом или препятствием. Это делается с помощью путевых схем для обнаружения присутствия поездов и препятствий, а затем с помощью сигнальных коробок для подачи сигналов поездам об остановке. Электронные системы блокировки намного эффективнее и надежнее традиционных механических систем блокировки, и они также могут быть использованы для реализации более сложных схем блокировки, таких как абсолютная блокировка и условная блокировка.*

**Ключевые слова:** электронная блокировка, железнодорожный транспорт, рельсовые цепи, сигнальные блоки, абсолютная блокировка, условная блокировка.

Кодовая электронная блокировка может применяться при любом виде тяги, как на двухпутных, так и однопутных участках железной дороги. На двухпутных участках предусматривается движение по неправильному пути при капитальном ремонте второго пути, так же, как и в числовой кодовой автоблокировке. Но в отличие от нее при развороте перегона схемой смены направления [1]. Электронные системы блокировки используются на всех основных железнодорожных сетях по всему миру. Они необходимы для обеспечения безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта. Электронные системы блокировки обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными механическими системами блокировки, в том числе:

1. Повышенная безопасность. Электронные системы блокировки намного надежнее механических систем, и они также могут быть использованы для реализации более сложных схем блокировки, что может еще больше повысить безопасность.

2. Повышенная эффективность. Электронные системы блокировки могут сократить задержки и улучшить движение транспорта.

3. Снижение затрат на техническое обслуживание. Электронные системы блокировки требуют меньшего технического обслуживания, чем механические системы.

4. Повышенная гибкость. Электронные системы блокировки могут быть легко модифицированы в соответствии с меняющимися эксплуатационными требованиями.

Кодовая электронная блокировка является важнейшей системой безопасности на железнодорожном транспорте. Это необходимо для обеспечения безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта.

Код для электронной блокировки железнодорожного транспорта сложен и варьируется в зависимости от конкретной используемой системы. Однако общие принципы те же самые: Система состоит из следующих компонентов:

1. Рельсовые цепи. Это электрические цепи, которые обнаруживают присутствие поездов на пути.

2. Сигнальные будки. Это электронные устройства, которые управляют сигналами, подаваемыми поездам.

3. Сигналы. Это огни или другие индикаторы, которые сообщают машинистам поездов, могут ли они продолжать движение или должны остановиться.

Если поезд въезжает на участок пути, который уже занят другим поездом, или на препятствие, рельсовая цепь обнаружит это и пошлет сигнал на сигнальный блок. Затем на сигнальном табло появится красный сигнал для поезда, указывающий на то, что он должен остановиться [1].

Машинист поезда должен подчиниться красному сигналу и остановить поезд. Если машинист поезда не подчинится красному сигналу, поезд будет автоматически остановлен системой защиты поезда.

Электронные системы блокировки могут быть реализованы различными способами. Однако наиболее распространенным подходом является использование центральной компьютерной системы для управления сигнальными блоками. Центральная компьютерная система получает сигналы от рельсовых цепей и использует эту информацию для определения того, какие сигналы следует выводить на поезда [3].

Центральная компьютерная система также может использоваться для реализации более сложных схем блокировки, таких как абсолютная блокировка и условная блокировка.

Абсолютная блокировка – это система, при которой поезду не разрешается въезжать на участок пути до тех пор, пока все остальные поезда не очистят этот участок.

Условная блокировка – это система, при которой поезду разрешается въезжать на участок пути, даже если другой поезд все еще занимает этот участок, при условии, что поезд сохраняет безопасное расстояние от другого поезда. Электронные системы блокировки являются важнейшей системой безопасности на железнодорожном транспорте. Они необходимы для обеспечения безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта. Код для электронной блокировки железнодорожного транспорта сложен и варьируется в зависимости от конкретной используемой системы. Однако общие принципы те же самые.

Система состоит из следующих компонентов:

Рельсовые цепи. Это электрические цепи, которые обнаруживают присутствие поездов на пути.

Сигнальные будки. Это электронные устройства, которые управляют сигналами, подаваемыми поездам.

Сигналы. Это огни или другие индикаторы, которые сообщают машинистам поездов, могут ли они продолжать движение или должны остановиться.

Система работает следующим образом:

1. Путьевые схемы используются для обнаружения присутствия поездов на пути.
  2. Сигнальные блоки принимают сигналы от рельсовых цепей и используют эту информацию для определения того, какие сигналы следует выводить на поезда.
  3. Сигналы отображаются машинистам поездов, которые должны им подчиняться.
- Машинист поезда должен подчиниться красному сигналу и остановить поезд. Если машинист поезда не подчинится красному сигналу, поезд будет автоматически остановлен системой защиты поезда.

Электронные системы блокировки могут быть реализованы различными способами. Однако наиболее распространенным подходом является использование центральной компьютерной системы для управления сигнальными блоками. Центральная компьютерная система получает сигналы от рельсовых цепей и использует эту информацию для определения того, какие сигналы следует выводить на поезда.

Центральная компьютерная система также может использоваться для реализации более сложных схем блокировки, таких как абсолютная блокировка и условная блокировка.

Электронные системы блокировки являются важнейшей системой безопасности на железнодорожном транспорте. Они необходимы для обеспечения безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта.

#### Список использованных источников

1. Сенотрусов А.Н. Повышение надежности сигнальных точек за счет резервирования приемопередающих устройств модулями КЭБ-1 / А.Н. Сенотрусов, К.В. Менакер // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2018. Т. 1. С. 355-360.
2. Димитренко А.А. Современные приборы бесконтактного кодирования рельсовых цепей // Развитие науки и образования: новые подходы и актуальные исследования. 2023. С. 84-88.
3. Безнарытний А.М. и др. Исследование электромагнитной совместимости обратной тяговой сети с устройствами сигнализации, централизации и блокировки // Наука и прогресс транспорта. Вестник Дальневосточного национального университета железнодорожного транспорта. 2014. №. 3 (51). С. 7-14.

### CODE ELECTRONIC BLOCKING ON RAILWAY TRANSPORT

*The article describes that electronic blocking of railway transport is a system that uses electronic signals to prevent trains from entering a section of track occupied by another train or obstacle. This is done using track diagrams to detect the presence of trains and obstacles, and then using signal boxes to signal trains to stop. Electronic locking systems are much more efficient and reliable than traditional mechanical locking systems, and they can also be used to implement more complex locking schemes, such as absolute locking and conditional locking.*

**Keywords:** *electronic interlocking, railway transport, rail chains, signal blocks, absolute blocking, conditional blocking.*

УДК 625

### НИКЕЛЬ И РЕНИЙ – МЕТАЛЛЫ БУДУЩЕГО НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

*Межуева Л.В.<sup>1</sup>, Жулбасенов М.М.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия*

<sup>2</sup>*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье представлены такие металлы как никель и рений. Проанализированы их особенности, свойства, ценность, эффективность. Рассмотрены перспективы применения на железной дороге.*

**Ключевые слова:** никель, рений, термонары, жаропрочность.

Железная дорога нуждается в жаропрочных сплавах, обладающих стойкостью к агрессивным средам и механическим нагрузкам. Одним из таких тугоплавких материалов является никель.

Никель получают из сульфидных медно-никелевых руд. Силикатную руду восстанавливают угольной пылью во вращающихся трубчатых печах до железо-никелевых окатышей, после чего очищают от серы, прокаливают и обрабатывают раствором аммиака. Свойствами никеля являются:

1. Твердость и достаточная вязкость
2. Хорошая обрабатываемость
3. Хороший катализатор
4. Стойкость к окислению в воде и на воздухе
5. Пластичность и ковкость

Никель также является ферромагнетиком, поэтому он намагничивается даже в отсутствие внешнего магнитного поля. Точка Кюри никеля составляет 358 градусов. А на воздухе он сохраняет первоначальный блеск и цвет. Однако никель при комнатной температуре на воздухе покрывается тонкой пленкой.

Преимущества:

- обладает высокой жаропрочностью и жаростойкостью
- обладает высокой стойкостью к коррозии во многих средах.

Недостатки:

- Имеет высокую стоимость

Никель можно использовать в производстве различных деталей и компонентов благодаря его способности противостоять высоким температурам, оставаясь при этом прочным и стабильным. При производстве парогенераторов, турбин и выхлопных систем для паровозов или магистральных поездов, работающих при высоких температурах, никелевые сплавы являются стоящим выбором. Например, рисунок 1 – Паровая турбина выполнена с использованием никеля.



Рисунок 1 – Паровая турбина

Никель также находит свое применение в металлургии. Он используется при производстве высоколегированных сталей. Добавляя никель в расплавы железа, получают прочный, вязкий сплав, устойчивый к коррозии и высоким температурам.

Различные компоненты железных дорог изготавливаются из никеля из-за его способности противостоять высоким температурам. С его использованием производят теплоизоляционные материалы, термоэкраны, защитные покрытия, позволяющие минимизировать воздействие высоких температур на металлические детали.

Никель используется в производстве специальных сплавов, которые выдерживают более высокие температуры и сохраняют свои прочностные и механические свойства даже в экстремальных условиях. Химико-термическая обработка поверхностных слоев деталей,



выполняемая посредством операции «никелирование», то есть нанесения тонкого слоя покрытия (около 125мкм), создает защиту устойчивую к щелочам и кислотам (рисунок 2).



Рисунок 2 – Никелирование деталей

Обладая проводниковыми свойствами, никель применяется для создания термопар, таких как копель, хромель, алюмель, решающих проблему измерения высоких температур (до 1000 °С).

Еще одним, перспективным для железной дороги материалом, является рений.

Рений считается одним из редчайших элементов на земле. По своим свойствам он схож с молибденом и ванадием. Главным источником рения являются молибденовые руды некоторых месторождений, где его берут как попутный компонент.

Рений получают при переработки сырья с очень низким содержанием целевых компонентов: сульфидное медное и сульфидное молибденовое сырье. В основе переработки сульфидного медного и сульфидного молибденового сырья для получения рения лежат пирометаллургические процессы: плавка, конверсия, окислительный обжиг.

Компактный рений стабилен при обычных температурах на воздухе. Окисление металла наблюдается при температурах выше 300 градусов, а более интенсивное окисление происходит при температурах выше 600 градусов. Рений практически не растворяется в соляной и плавиковой кислотах, слабо реагирует с серной кислотой при нагревании, но легко растворим в азотной кислоте.

Рений обычно не используется как элемент, но применяется в качестве добавки в ряде сплавов. Около 70% рения используется в качестве присадки в никелевых суперсплавах, добавление от 4 до 6% рения улучшает характеристики ползучести и усталости при повышенных температурах.

Рений обладает уникальным сочетанием химических и физических свойств. Именно поэтому он находит свое широкое применение в различных областях техники. В силу его редкости и высокой стоимости, предприятиям, которые используют его в производственных процессах, приходится выделять значительные средства для его приобретения. Во многих промышленных секторах, рений добавляется в дешевые сплавы для экономии. А чистый рений преимущественно используется для создания ответственных и компактных деталей. Также уникальные свойства этого металла позволяют использовать его в качестве покрытия для других металлических поверхностей.

На железной дороге используется огромное количество металлов и сплавов, которые имеют различный химический состав, логично, ведь без использования металлов не было бы железной дороги.

Возможно, рений можно было бы использовать и на железной дороге, как добавку, к стали. Например, рельсы, которые имели бы в своем составе рений намного прочнее и эффективнее обычных рельс из углеродистой стали, они смогли бы принимать всю

нагрузку и давление со стороны подвижного состава и иных воздействий, но всем известно, что рений очень редкий и драгоценный металл, поэтому его использование ограничено теми случаями, когда они дают исключительные преимущества перед использованием других металлов.

Также рений химически стоек, благодаря этому его используют для создания покрытий, предохраняющих металлы от действия кислот и щелочей, что также может способствовать активному использованию покрытия рением в расходных деталях железнодорожного транспорта (рисунок 3).



Рисунок 3 – Детали, покрытые рением

Итак, такие металлы как никель и рений необходимы для изготовления деталей, приборов и т.д. Без них сложно представить будущее в развитии техники, а в частности железнодорожного транспорта.

Так, высокая термостойкость никеля делает его предпочтительным металлом для железнодорожной отрасли. Его использование позволяет повысить надежность и долговечность железнодорожных компонентов, а также обеспечить безопасную транспортировку при экстремально высоких температурах. Для надежной и современной железной дороги никель и рений являются перспективными материалами, за которыми стоит большое будущее.

#### Список использованных источников

1. Киндяков П.С. Химия и технология редких и рассеянных элементов / П.С. Киндяков, И.П. Кисляков, Б.Г. Коршунов, П.И. Федоров. Ч. 3., М.: Высшая школа, 1976. 320 с.
2. Перельман Ф.М. Кобальт и никель / Ф.М. Перельман, А.Я. Зворыкин. М.: Наука, 1975. 215 с.
3. Бурденкова Н.Н. Рений. М.: ИМГРЭ, 2002. 95 с.
4. Ермаков А. Н. Рений. Химия. Технология. Анализ. М.: Наука, 1976. 206 с.
5. Яппарова Э.М. Исследование возможностей применения никеля и его сплавов / Э.М. Яппарова, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Оренбург-Самара: СамГУПС, ОрИПС, 2021. С. 208-209.
6. Раджиева Т.А., Материалы для термопар / Т.А. Раджиева, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. Оренбург: ОрИПС, 2018. С. 103-104.
7. Межуева Л.В. Средства защиты арматуры от коррозии / Л.В. Межуева, А.П. Иванова // Наследие И.М. Губкина: интеграция образования, науки и практики в нефтегазовой сфере: материалы Международной научно-практической конференции. Под общей ред. С.Г. Горшенина. Оренбург, 2018. С. 194-197.

#### **NICKEL AND RHENIUM – METALS OF THE FUTURE ON RAILWAY**

*The article presents metals such as nickel and rhenium. Their features, properties, value, efficiency are analyzed. The prospects for application on the railway are considered.*

**Key words:** *nickel, rhenium, thermocouples, heat resistance*

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПассаЖИРОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВИЗУАЛЬНОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ГОБО- И ЛАЗЕРНЫХ ПРОЕКТОРОВ**

*Мережникова М.А., Байракова Е.А.*

*Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»  
в г. Ртищево, Ртищево, Россия*

*Обеспечение безопасности пассажиров на железнодорожном транспорте – основополагающая составляющая процесса предоставления пассажирских услуг. ОАО РЖД ведет постоянную работу по формированию надежной и безопасной среды на всех этапах поездки. Информирование пассажиров осуществляется при помощи визуальной, звуковой информации, задействовано мобильное приложение РЖД Пассажирам. Для достижения поставленных задач используются современные инновационные технологии. В статье представлены уже имеющиеся средства информирования и предложены инновационные решения визуального оповещения, в том числе с использованием гобо- и лазерных проекторов.*

***Ключевые слова:** пассажирские перевозки, безопасность, информирование, ЦИСОП, оповещение, гобо- проекторы, лазерные проекторы.*

### **Введение**

Железнодорожный транспорт, высокотехнологичная отрасль, где задействована работа большого количества технических средств, в том числе самого опасного – подвижного состава. Находясь на пассажирских платформах необходимо соблюдать бдительность и осторожность, но, увы, не все пассажиры понимают всю серьезность данных требований. Многие, в ожидание поезда стоят на краю платформы, при этом отвлечены просмотром социальных сетей, находятся в наушниках. Задача РЖД – максимально принять все возможные меры для привлечения внимания пассажиров, чтобы информация о приближении поездов была воспринята вовремя, и можно было избежать травмоопасных ситуаций.

Сегодня существует большое разнообразие способов и форм информирования. На вокзалах действует система визуального и звукового информирования. Она включает в себя оповещение о прибытии поездов, информацию о предоставляемых услугах и способах их получения, важные сообщения по обеспечению безопасности и правилах поведения на территории вокзала и пассажирских платформах. Визуальная информация отображается на электронных табло, на пассажирских платформах нанесена сигнальная разметка, тактильные полосы, защитные ограждения, видео фиксация, контроль за несанкционированным проходом и прочие устройства безопасности[1].

Система информирования работников станции и пассажиров о приближении поездов должна быть максимально надежной и исключать вероятность ошибок, а именно отсутствие нужного оповещения по причине ошибочных действий исполнителей. В этих условиях появилась необходимость в некой интеллектуальной суперсистеме, ориентированной на максимальное исключение «человеческого фактора» с глубокой интеграцией существующих информационных систем управления движением и достаточно гибкой для постепенного формирования качественно новой технологии.

### **ЦИСОП**

Централизованная интегрированная система информирования пассажиров, оповещения работающих на железнодорожных путях и парковой станционной связи (ЦИСОП) является необходимым «инструментом» для формирования современной технологии информирования, оповещения и парковой связи. Система ЦИСОП появилась в

результате совместной работы ОАО «РЖД», АО «НИИАС» и компании «Пульсар-Телеком».

ЦИСОП имеет два уровня:

*Верхний уровень* - Центральный информационный сервер (ЦИС), в его задачи входит взаимодействие с сервером сбора, обработки и формирования информации о движении поездов (СОФИТ) из состава комплекса АПК-ДК.

На данном этапе происходит формирование информации о прибытии – отправлении поездов, маршрутах и приближении любого рода подвижного состава к пассажирским платформам на основе данных, полученных из информационно-управляющих систем железнодорожного транспорта (ДЦ, ДК, ГИД «Урал» и др.). ЦИСОП обеспечивает георезервирование серверов ЦИС и СОФИТ. Основываясь на полученные данные из внешних систем и расписание, сервер ЦИС формирует команды. Далее происходит передача команд по СПД Ethernet стационарной группе оборудования (станционными серверам СС, усилителям УМК-4) и на их основе происходит процесс формирования звуковой и визуальной информации.

Для формирования звуковой информации применяется встроенный в стационарные серверы СС или усилители УМК-4 автоинформатор, который хранит 200 ч звучания готовых фраз, записанных профессиональным диктором в широкополосном качестве. Главное достоинство ЦИСОП в том, что она функционирует полностью в автоматическом режиме. Для коррекции передаваемой информации, а также в экстренном режиме для передачи срочной информации, есть возможность вмешательства диктора (диспетчера ЦИСОП, дежурного по станции)

*На нижнем уровне* ЦИСОП для формирования зон оповещения и выдачи предупреждений работающим на путях взаимодействует с системой микропроцессорной централизации МПЦ EBI Lock 950 серии R4, а также с системой маневровой автоматической локомотивной сигнализации МАЛС.

Максимального экономического эффекта от внедрения ЦИСОП можно достичь при использовании системы для местного дополнительного информирования пассажиров вокзальных комплексов о движении поездов, маршрутной навигации в пределах вокзала, наличии свободных мест в поездах, для передачи рекламных и других сообщений, связанных с обслуживанием пассажиров.

Станции, оснащенные современной парковой связью на основе этого оборудования, в перспективе могут быть с минимальными затратами дополнены функционалом ЦИСОП.

Если говорить о значимости ЦИСОП в вопросах обеспечения безопасности пассажиров, то следует отметить, что своевременное оповещение о приближении подвижного состава посредством звуковой и визуальной информации существенно снижает риск получения травм.

Система ЦИСОП продолжает развиваться и уже сейчас расширяет свои возможности в области формирования доступной среды для людей с ограниченными возможностями:

- согласно современным требованиям, ряд мест общего пользования для людей с ограниченными возможностями здоровья оборудованы системами связи с дежурным или кнопками вызова помощника;

- для людей с нарушениями слухового восприятия система позволяет дублировать голосовую информацию на текстовые табло с бегущей строкой для ее визуального отображения;

- другое решение дает возможность использовать технологию передачи звука на слуховые аппараты с помощью системы индуктивной связи. Люди, пользующиеся слуховыми аппаратами, в пределах индуктивного контура могут переключать свои аппараты в телефонный (Т) или микротелефонный (МТ) режимы для прослушивания аудио-сигналов.

Важно отметить, что ЦИСОП входит в перечень систем оперативно – технологической связи согласно ГОСТР 55813–2013. Эта система имеет полностью отечественную разработку и производится на российском предприятии, работающем более 20 лет на рынке телекоммуникаций [2].

### **Световое оповещение пассажиров о приближении поездов**

Безусловно, ЦИСОП является новейшим и надежным способом быстрой передачи информации о приближении подвижного состава. Но, и в этом случае не исключается вероятность того, что пассажиры не услышат её.

Представим ситуацию, пассажиры находятся уже непосредственно на пассажирской платформе и ожидают прибытия поезда. Многие в этот момент, дабы скоротать время, заняты просмотром социальных сетей в телефоне, или еще хуже того, находятся в наушниках. Последствия могут быть плачевными, если в это время человек находится очень близко к краю платформы, стоит спиной к приближающемуся подвижному составу.

Необходимо внедрять дополнительные инструменты визуального оповещения, вот несколько предложений:

1. АССОП - автоматическая система светового оповещения о приближении подвижного состава. Данная система только предлагается в разработку, фактически опыта применения ее нет.

*Принцип работы:* на пассажирских платформах на границе опасной зоны приближения к краю платформы (на расстоянии 750 мм), устанавливаются световые элементы, которые встраиваются в поверхность платформы и располагаются в одном уровне (не возвышаются над поверхностью). Должны быть установлены два датчика приближения подвижного состава. Один около входного светофора – при его проследовании световые элементы на платформе загораются. Второй датчик – около знака «Остановка первого вагона». После проследования этого датчика световые элементы гаснут.

Стоит отметить, что предлагаемая система АССОП вызвана привлечь внимание, красный цвет вызывает у всех людей первую реакцию – «опасность». Но, в данной ситуации необходимо также подумать о людях частично зрячих и слабовидящих, их цветоощущение имеет свои особенности и хроматическая чувствительность к разным частям спектра различна. Наиболее высока различительная чувствительность к желтому и голубому цвету, наиболее низка - к краям спектра, то есть к красному и фиолетовому цвету. Отсюда можно сделать вывод, что наиболее подходящими для слабовидящих и частично зрячих являются светлые, хорошо насыщенные тона. В пользу этого говорит и то, что уровень цветоразличения повышается по мере увеличения светлоты и насыщенности цвета.

Опираясь на вышеизложенные факты, учитывая особенности цветоощущения слабовидящих и частично зрячих людей, решением могут стать дополнительные световые точки со светло-желтым светом между красными элементами.

Еще одна категория людей с ограниченными возможностями – это слабослышащие или глухие люди. Система АССОП для данной категории граждан станет средством получения дополнительной информации о приближении поезда и угрожающей опасности [3].

Действительно, предлагаемая система может стать отличным способом светового оповещения о приближении поездов, но стоит отметить и ее недостатки:

- Установка оборудования требует значительных капиталовложений;
- Ограничение использования на открытых платформах, так как есть зависимость от погодных условий, а именно обледенение и покрытие снегом, поэтому может использоваться преимущественно на закрытых платформах.
- Трудоемкое техническое обслуживание, из-за возможного перегорания светодиодов или их нестабильной работы из-за попадания влаги или загрязнения.

### **Гобо-проекторы**

Решить вышеуказанные проблемы АССОП могут гобо-проекторы, которые на сегодняшний день уже широко используются для проекции изображений на любые поверхности [4], например, при проектировании пешеходных переходов, на складах для обеспечения безопасности в зонах повышенной опасности и других сферах деятельности.

Технически это устройство работает за счет шаблона и яркого луча света. Гобо – шаблон с нанесенными или вырезанными узорами, или шрифтом. Яркий луч света, проходя через такой трафарет, создает узор или картинку на любой поверхности.

Проекторы отличаются по функционалу, виду трафаретов, условиям применения:

- показывают статичное, движущее изображение;
- используют пленочные, металлические или стеклянные слайды;
- могут устанавливаться в закрытых помещениях или на улице.

Типы слайдов:

- пленочные – самые дешевые, быстро выгорают из-за яркой лампы;
- металлические – долговечные, используются при любой погоде, изготавливаются методом лазерной резки;

- стеклянные – получают цветные картинки методом нанесения специальных красок, высокая цена, трудоемкое производство.

- Обычные слайды (цветные, геометрические фигуры) можно приобрести вместе с проектором.

- Индивидуальные слайды нужно заказывать дополнительно.

Принцип работы: сильный поток света направляется через линзу и образует пучок параллельных лучей, которые проходят через слайд, нужное изображение проецируется объективом и появляется на поверхности.

Можно доработать систему АССОП и, вместо встроенных в платформу световых элементов использовать гобо – луч красного цвета. Включаться проектор будет также после проследования датчика, расположенного около входного светофора, а гаснуть после проследования второго датчика около знака «остановка первого вагона».

Преимущества:

- Проекция не стирается, не тухнет, не загрязняется;
- Простой монтаж и техническое обслуживание;
- Можно использовать на любую поверхность на улице (outdoor), в помещении (indoor).
- Любые размеры, дизайн изображения;
- Небольшие затраты;
- Использование вне зависимости от погодных условий, могут работать от +40 до -50°C [5].

Недостатки гобо-проекторов в том, что при постоянном использовании, без выключения, лампы недолговечны, но при использовании на пассажирских платформах, лампы не будут постоянно гореть, а только в момент прибытия поезда.

Гобо-проекторы также можно использовать на территории вокзала, в виде светодиодной демаркации. Определение демаркация в переводе с английского – разграничение, разделяющая черта, определение границ. На деле это нанесение разметки направления движения, выделение опасных зон и зон безопасности, проектирование знаков безопасности [6].

### **Лазерный проектор на вокзале**

Еще одним из современных способов светового оповещения на вокзале может стать лазерный проектор. Их уже сейчас используют в помещениях и складах предприятиях в виде сигнальной разметки безопасности.

В случае эвакуации, она помогает сориентироваться в каком направлении необходимо двигаться. Такие приборы можно использовать в задании вокзала, при

срабатывании пожарной сигнализации, а также при других чрезвычайных ситуациях и необходимости быстрой эвакуации.

Проектор создаст световые изображения на полу и стенах, образуя тем самым световой зеленый коридор безопасности. Эти полосы могут заменить краску для маркировки безопасных зон, кроме того их лучше видно при задымлении помещений. Коридор безопасности поможет лучше сориентироваться и эвакуироваться из здания.

Виртуальный проектор создает реальные решения

- Проецирует высокоинтенсивную чистую лазерную линию на любую поверхность;
- Доступен в ярком зеленом цвете;
- Работает практически в любых условиях освещения;
- Простая установка.

Лазерная линейная проекционная система легко устанавливается и настраивается с помощью прилагаемого монтажного оборудования и поворотного основания. Можно отрегулировать настройки, если требуется более толстая линия для обозначения безопасных зон, но расстояние проецирования будет меньше. Проектор можно настроить так, чтобы он соответствовал освещению на предприятии, поэтому он создает идеальную длину [7].

### **Заключение**

Представленные в статье инновационные решения по световому оповещению пассажиров о приближении поезда, а также создание коридоров безопасности на вокзале существенно повысят уровень безопасности пассажиров на территории вокзального комплекса. Поставленная задача привлечь внимание пассажиров может быть решена при помощи новейших визуальных решений: гобо-проекторов и лазерных коридоров безопасности. Даже если человек будет отвлечен гаджетами и будет в наушниках, световой луч вызовет реакцию и, тем самым повысит внимание. Предложенные технологии не требуют больших капиталовложений и простые в эксплуатации и обслуживании, но эффект, полученный от их применения очень важен в вопросах обеспечения безопасности пассажиров.

### **Список использованных источников**

1. Устройства, обеспечивающие безопасное перемещение пассажиров в пределах железнодорожной станции, пассажирской платформы/ электронный ресурс <https://bstudy.net/838716/tehnika/ustroystva-obespechivayushchie-bezopasnoe-peremeschenie-passazhirov-predelah-zheleznodorozhnoy-stantsii-pa-ssazhi>
2. Ананьев Д.В. Централизованная система информирования ЦИСОП / Д.В. Ананьев, И.А. Тарасов // Автоматика, телемеханика и связь. 2018. № 1. С.39-41.
3. Байракова Е.А., Мережникова М.А. Совершенствование системы обеспечения безопасности пассажиров, в том числе людей с ограниченными возможностями здоровья, за счет внедрения инновационных технологий // Наука. Медицина. Транспорт. Инновации: Сохраняя прошлое – создаем будущее: материалы II Международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 50-летию СамГУПС / ОрИПС – филиала СамГУПС. Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 525-529.
4. Официальный производитель гобо-проекторов// электронный ресурс <https://www.gobopro.ru/>
5. Подсветка для навигации // Электронный ресурс / <https://nii-vektor.ru/proekcionnaya-podsvetka-na-skladah-i-predpriyatiyah/>
6. Гобо-проектор в промышленности и в жизни. Проектор для проекции. Компания GoboPro // электронный ресурс /[https://dzen.ru/a/ZCwkH\\_pMsXjrBAG8/04.04.2023](https://dzen.ru/a/ZCwkH_pMsXjrBAG8/04.04.2023)
7. Лазерная виртуальная линия для безопасности /электронный источник// <http://ru.safeworkingsolutions.com/projector-light/virtual-laser-line-projector/laser-virtual-line-for-safety.html>

## **IMPROVING PASSENGER SAFETY THROUGH THE USE OF INNOVATIVE VISUAL INFORMATION TECHNOLOGIES, INCLUDING GOBO AND LASER PROJECTORS**

*Ensuring the safety of passengers on railway transport is a fundamental component of the process of providing passenger services. JSC Russian Railways is constantly working to create a*

*reliable and safe environment at all stages of the trip. Informing passengers is carried out with the help of visual, audio information, the Russian Railways mobile application for Passengers is involved. Modern innovative technologies are used to achieve the tasks set. The article presents the already available means of informing and offers innovative solutions for visual notification, including using gobo and laser projectors.*

**Keywords:** passenger transportation, safety, information, CISOP, notification, gobo projectors, laser projectors.

УДК 656.25

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

Михайлов А.А., Воробьев В.С.

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия

Стрелочные переводы с непрерывной поверхностью катания используются на российских железных дорогах уже более сорока лет. В эксплуатации стало понятно, что необходимо модернизировать их конструкции, а также нужны современные материалы и новые технологии изготовления, которые будут более эффективны.

**Ключевые слова:** стрелочный перевод с непрерывной поверхностью катания, электропривод, внешний замыкатель, кинематическая схема, колесо, остряк, рамный рельс.

При организации движения поездов по прямому пути со скоростью свыше 140 км/ч применяют стрелочные переводы с непрерывной поверхностью катания (НПК). Их особенность в том, что остряки замыкаются с помощью внешних замыкателей, прилегая к рамному рельсу. Крестовина имеет подвижный сердечник (ПСК), который замыкается с помощью внешних замыкателей, примыкая прямо к усовику крестовины.

Схема стрелочного перевода с НПК и крестовиной М1/11 предусмотрена проектом ПКТБ ЦП 2726 (рисунок 1).

Особенность конструкции в том, что гибкие остряки длиной более 12 м и крестовина с подвижным сердечником, обеспечивающим непрерывную поверхность катания колеса по стрелочному переводу. Замыкание остряков происходит с помощью внешних замыкателей ВЗ-7 и ВЗК-2, устанавливаемые соответственно в острие остряка и на ПСК. Для перевода остряков используется электропривод СП-12Н.

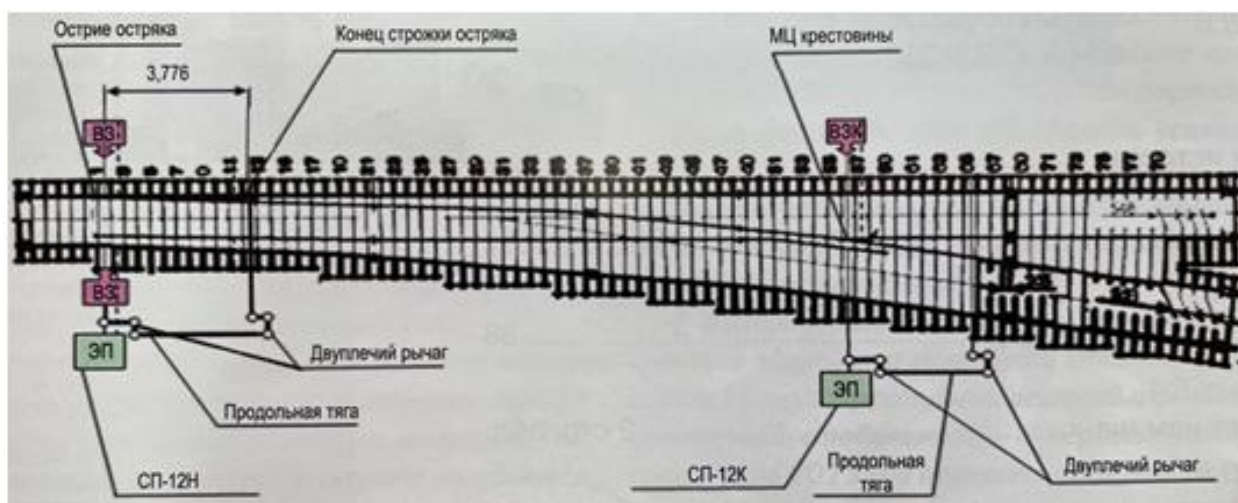


Рисунок 1 – Стрелочный перевод



На стрелочном переводе используются крестовины СП-12К с ходом шибера 220мм, которые помимо перевода остряжков и ПСК обеспечивают работу внешних замыкателей. Такая компоновка обеспечивает движение подвижного состава по прямому участку пути со скоростью до 200 км/ч. На данный момент ОАО «РЖД» эксплуатирует более 1200 стрелочных переводов с НПК. За 15-летний период эксплуатации работающие внешние замыкатели ВЗ-7 показали себя с хорошей стороны и доказали свою надежность.

Конструкция внешнего замыкателя ВЗ-7 представлена на рисунке 2. Конструкция серийно выпускаемого внешнего замыкателя ВЗ-7 обеспечивает замыкание и удержание остряжка относительно рамного рельса при воздействии бокового давления колеса на головку рельса с нормированным усилием не менее 50кН. Такое усилие остряжка на отжим от рамного рельса надежно удерживается в прижатом состоянии с установленной величиной зазора между ними. Однако, результаты эксплуатации показывают, что такая конструкция не устойчива к воздействию вертикальных усилий от осевой нагрузки колеса на рельс G/2 и просадке пути при проходе подвижного состава по стрелочному переводу.

Для обеспечения безопасности движения поездов важно совместное перемещение рамного рельса и остряжка как в горизонтальном (поперек оси пути), так и в вертикальном при просадке пути. Такого можно добиться только при применении внешнего замыкателя, который замыкает остряжок непосредственно к рамному рельсу. Конструкция должна быть равнопрочной и не допускать искусственных превышений действующих сил и напряжений при движении подвижного состава по стрелочному переводу [1].

Давление колеса на поверхность головки рамного рельса приводит к его прогибу и, как следствие, к просадке верхнего строения пути в данной точке. Существует три варианта решения проблемы.

Первый – добиться исключения просадки верхнего строения пути при воздействии подвижного состава по стрелке.

Второй – разработать внешний замыкатель, основание которого имеет достаточную прочность, для исключения излома.

Третий – создать внешний замыкатель, конструкция которого исключит или сведет к минимуму усилие Q.

Такое решение позволит избежать реакции основания направляющей ведущей планки на воздействие кляммеры при давлении на рамный рельс (просадку) как паразитное силовое воздействие.

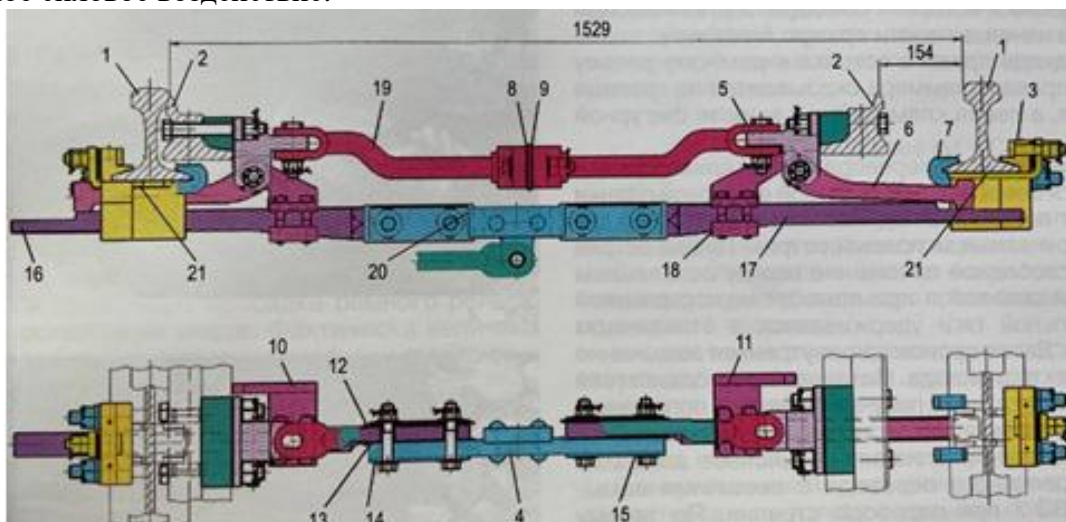


Рисунок 2 – Конструкция внешнего замыкателя ВЗ-7

1 – рамный рельс; 2 – остряжок; 3 – узел регулировки плотности прижатия остряжка к рамному рельсу; 4 – ведущая планка; 5 – серьга крепления кляммеры к остряжку; 6 – кляммера; 7 – трубочина; 8 – узел регулировки межостряжкового расстояния; 9 – межостряжковая изоляция; 10, 11 – упоры; 12 – узел крепления фигурной и ведущей планок; 13 – изоляция; 14, 15 – прижимные винты; 16, 17 – ведущие планки; 18 – узел крепления упоров; 19 – межостряжковая соединительная тяга; 20 – рабочая тяга; 21 – направляющая

Так как верхнее строение пути представляет собой упругую систему, состоящую из опирающихся на шпальную решетку и балласт рельсов, такой процесс считается нормальным.

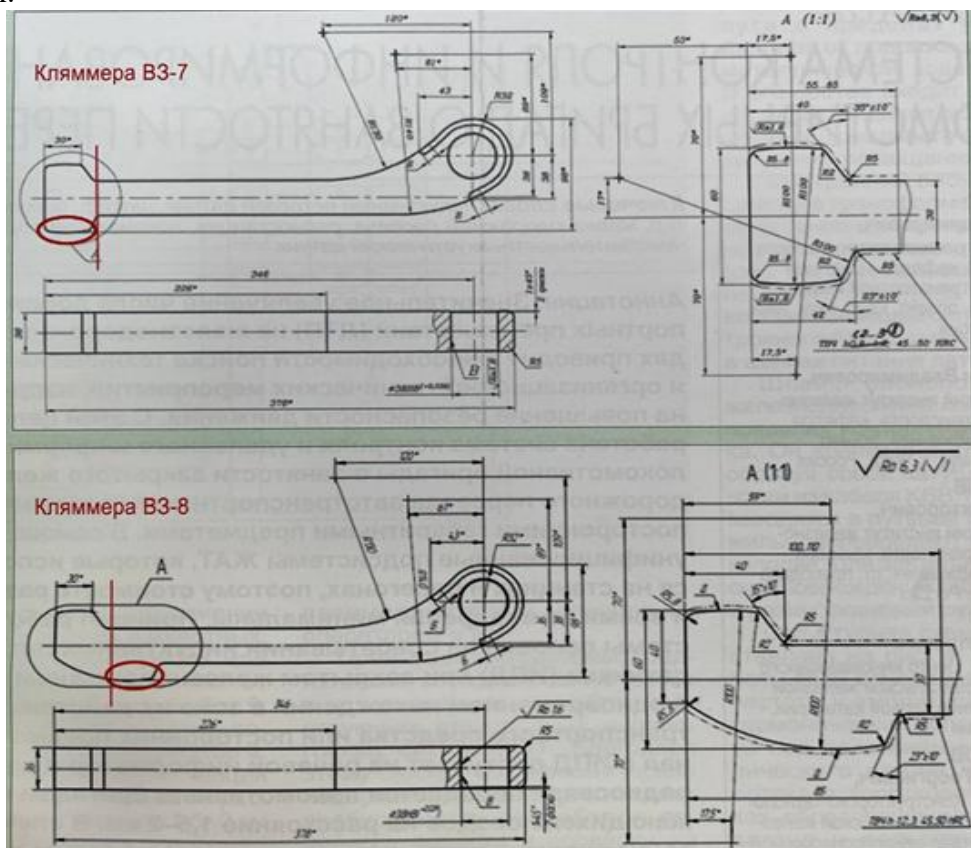


Рисунок 3 – Отличие ВЗ-8 и ВЗ-7

Внешний замыкатель ВЗ-8 с измененной геометрией механизма замыкания и дополнительным устройством принудительного размыкания кляммеры (рисунок 3).

На рисунке 3 мы видим отличие ВЗ-8 от ВЗ-7. Если в процессе прохода подвижного состава происходит просадка рамного рельса, то точка контакта кляммеры с ведущей планкой К2 находится на участке рабочей поверхности К1 – К2. В новой конструкции кулачкового механизма паразитный момент теоретически может быть образован, если ось крепления кляммеры к остряку будет проседать относительно рамного рельса. Но благодаря конструкции подобные ситуации при эксплуатации исключены.

Серийное производство запланировано только после проведения комплекса испытаний, включая опытную эксплуатацию. Эти испытания хотят провести в этом году на станции Новки-1 Горьковской дороги.

#### Список использованных источников

1. Горелик А.В. Методы обеспечения безопасности перевода, замыкания и контроля положения стрелок. М.: РУТ (МИИТ), 2021. 142 с.
2. Минаков Е.Ю. Анализ надежности устройств замыкания стрелочных переводов // Автоматика, связь, информатика. 2014. №4. С. 13-15.
3. Минаков Д.Е. Безопасный перевод и замыкание стрелки: проблемы и методы решения. М.: Российский университет транспорта, 2019. 61 с.

#### MODERNIZATION ARROW TRANSLATION

*Switches with a continuous rolling surface have been used on Russian railways for more than forty years. In operation, it became clear that it was necessary to modernize their designs, as well as modern materials and new manufacturing technologies that would be more efficient.*

**Keywords:** *switch with continuous rolling surface, electric drive, external circuit breaker, kinematic circuit, wheel, wit, frame rail.*

УДК 656.2

## ПОРЯДОК ПРИЕМА ЛОКОМОТИВА ПЕРЕД ОТПРАВЛЕНИЕМ

*Михайлов А.А., Ильбатырова Т.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются основные операции, входящие в порядок приема локомотива*

**Ключевые слова:** *тормозная магистраль, проверка, готовность электровоза, система, железнодорожный транспорт*

Также важно проверить состояние тормозных систем и двигателя, а также наличие неисправностей в электрооборудовании. Все эти шаги необходимы для обеспечения безопасной работы локомотива. После проверки приборов, бригада может приступить к запуску двигателя и проверке его работоспособности. Если все в порядке, локомотив готов к отправлению на маршрут. Весь процесс приемки локомотива должен проводиться в соответствии с установленными правилами и инструкциями, чтобы предотвратить возможные аварии и обеспечить безопасность работы. Важным аспектом работы электровоза является его исправность и готовность к работе. Исправность подразумевает отсутствие каких-либо технических неисправностей, полное функционирование всех систем и агрегатов. Проверка исправности проводится регулярно перед выходом на линию.

Готовность электровоза к работе включает не только его техническую исправность, но и готовность экипажа, правильность подготовки и наличие всех необходимых документов. Экипаж должен быть укомплектован опытными и квалифицированными специалистами, которые обладают необходимыми навыками и знаниями.

Для проверки исправности электровоза используются специальные проверочные листы и оборудование. Проверяются все системы: электрическая, пневматическая, тормозная, механическая и прочие. При обнаружении неисправностей они немедленно устраняются или заменяются неисправные детали. Готовность электровоза к работе также включает проверку наличия необходимого топлива, масел и смазок. Они должны быть в достаточном количестве для выполнения запланированных рейсов. При необходимости проводится дозаправка и замена расходных материалов.

Контроль исправности и готовности электровоза к работе является важной задачей железнодорожной службы. Это позволяет обеспечить безопасность и эффективность работы электровоза, а также предотвратить возможные аварийные ситуации. Поэтому регулярные проверки и осмотр электровоза необходимы и обязательны для любой железнодорожной компании. В первую очередь необходимо выполнить обслуживание компрессоров. Сначала нужно удалить воду из резервуаров, маслоотделителей и холодильников. Затем проверить уровень масла в картерах компрессора. После включения компрессоров следует проверить работу регулятора давления, который автоматически восстанавливает работу компрессоров на основе давления в основных резервуарах. Важно не использовать молоток или другие предметы для открытия и закрытия кранов. Затем следует проверить производительность компрессоров, оценив время, требуемое для заполнения основных резервуаров в соответствии с инструкциями по тормозам для каждого компрессора. Также необходимо проверить и, при необходимости, заменить

писцы ленты скоростемера, а также запустить часы скоростемера. Далее нужно рассмотреть различные параметры и проверки, связанные с системой тормозов на локомотиве. Особое внимание уделяется проверке зарядного давления в тормозной магистрали и его соответствию с инструкцией по тормозам. Также проводится оценка плотности уравнительного резервуара крана машиниста и проверка плотности кольца уравнительного поршня. Далее подчеркивается важность поддержания постоянного давления в уравнительном резервуаре при полностью открытом концевом кране тормозной магистрали. В заключение отмечается необходимость регулировки стабилизатора, чтобы давление в уравнительном резервуаре падало до определенного значения в зависимости от типа локомотива. В зимнее время на железнодорожных сигнализаторах и тормозах проводится проверка различных параметров и систем. Один из важных моментов - проверка работы сигнализатора при переходе с повышенного давления на нормальное. Это необходимо для обеспечения безопасности на железнодорожном пути. Также проводится проверка проходимости воздуха через блокировочное устройство, состояния штоков тормозных цилиндров, плотности напорной и тормозной магистралей. От плотности этих магистралей зависит эффективность работы тормозных систем. Кроме того, осуществляется проверка подачи песка в зону сцепления колеса с рельсом. Это необходимо для обеспечения хорошего сцепления поезда с рельсами и предотвращения заноса при торможении. Проверка всех этих параметров и систем является неотъемлемой частью безопасности на железнодорожном транспорте. Важно обеспечить правильную настройку песочных труб и форсунок для подачи песка под колеса локомотива в разное время года. В зимний период, когда дорога покрыта снегом и льдом, песок играет важную роль в обеспечении сцепления колес с рельсами. Настройка песочных труб и форсунок должна быть такой, чтобы обеспечить равномерную подачу песка и его достаточное количество для предотвращения скольжения или пробуксовки.

Кроме того, регулярная проверка различных элементов локомотива является неотъемлемой частью безопасности и надежности работы поезда. Шплинты и предохранительные скобы должны быть установлены правильно и надежно фиксировать соединения. Буксовые поводки и колесные пары должны быть в хорошем состоянии, без трещин или износа, чтобы не возникло риска разрушения или отказа этих элементов во время движения.

Проверка также включает в себя осмотр автосцепки - важной детали, которая обеспечивает надежное соединение локомотива с вагонами. Рессорное подвешивание должно быть в отличном состоянии, без трещин или деформаций, чтобы обеспечить плавное и безопасное движение локомотива.

В случае выявления дефектов или износа при проверке, необходимо принять меры по их немедленному устранению и замене. Необходимо уделить должное внимание обслуживанию и техническому обслуживанию локомотива, чтобы предотвратить возможные аварийные ситуации и обеспечить безопасность пассажиров и перевозимого груза. Регулярная проверка и настройка всех необходимых элементов - это гарантия надежной и безопасной работы локомотива в любое время года. Подготовка поезда к отправлению - важный этап перед каждым рейсом. Она включает в себя ряд процедур, необходимых для безопасного и комфортного путешествия пассажиров.

Первым этапом является прицепка электровоза к составу. Это происходит на специальной платформе, где электровоз и вагоны соединяются при помощи специальных соединительных устройств. Это гарантирует надежность и прочность связи между вагонами и электровозом.

Следующий шаг - зарядка тормозной магистрали. Тормозная система играет важную роль в безопасности поезда, поэтому перед каждым рейсом она должна быть полностью

заряжена. Машинист проверяет, что вся система работает исправно и готова к использованию.

Далее производится проверка поездных документов. Это включает в себя проверку наличия всей необходимой документации у экипажа поезда: проездных билетов, грузовых накладных и других документов. Также проверяется соответствие номеров вагонов и мест, указанных в билетах пассажиров.

Важным этапом подготовки является проверка сигнала маршрутного светофора. Сигналы маршрутного светофора показывают машинисту, в каком направлении идти на следующий участок пути. Масштабная проверка светофора помогает убедиться в корректности сигналов и избежать непредвиденных ситуаций в дальнейшем.

И, наконец, перед отправлением поезда выполняется регламент минутной готовности. Все сотрудники поезда должны быть готовы к выезду, выполнены последние проверки и подготовлены все необходимые материалы и инструменты. Только после этого поезд может встать на рейс [1].

Таким образом, каждая эта процедура имеет свое важное значение для безопасности и комфорта пассажиров. Подготовка поезда к отправлению – это слаженная работа множества специалистов, гарантирующая успешное путешествие на железнодорожном транспорте. Проверка электровоза – это важная процедура, которая позволяет убедиться в исправности и готовности к эксплуатации данного транспортного средства. Основная цель проверки заключается в выявлении возможных недостатков или повреждений, которые могут негативно сказаться на безопасности и эффективности работы электровоза.

Во время проверки осуществляется детальный осмотр всех составляющих элементов электровоза. Особое внимание уделяется состоянию деталей, наличию повреждений и износа. Если обнаруживаются какие-либо дефекты или неисправности, их необходимо устранить или заменить на исправные.

Кроме того, проводится проверка электрического оборудования на наличие и исправность. Это включает в себя проверку работы фар, сигнальных устройств, освещения и других электрических систем. В случае обнаружения неисправностей, они также должны быть устранены перед использованием электровоза.

Следующий шаг - проверка наличия и исправности необходимых документов и оборудования. К электровозу должны быть приложены все необходимые документы, такие как технический паспорт, сертификаты качества и прочее. Кроме того, проверяется наличие правильного набора инструментов и приспособлений, необходимых для проведения ремонтных работ или устранения неполадок.

После проведения всех вышеперечисленных проверок, необходимо принять меры по устранению выявленных недостатков или отклонений от нормативных требований. Если обнаружены дефекты, требующие комплексного ремонта или серьезной замены деталей, электровоз не принимается и направляется на дальнейшее техническое обслуживание.

Таким образом, проверка электровоза является неотъемлемой частью его эксплуатации и гарантирует безопасность и эффективность его работы. Основная процедура приемки электровоза в основном депо или пункте оборота включает выявление неисправностей и контроль качества предыдущего ремонта. Если бригада обнаруживает некачественное выполнение работ или неисправности, которые нельзя устранить в установленные сроки, машинист должен сообщить об этом дежурному по депо (пункту оборота) и записать проблему в журнале формы ТУ-152. По указанию дежурного, неисправный электровоз может быть заменен. При приеме и сдаче электровоза машинисты также обязаны подтвердить свою ответственность, подписавшись в журнале формы ТУ-152 [2].

**Список использованных источников**

1. Ибрагимова С.И. Конструкция тягового подвижного состава / С.И. Ибрагимова, Р.Н. Кудабасева . Астана, 2013. 80 с.
2. Распоряжение ОАО "РЖД" от 01.09.2016 N 1792р (ред. от 05.09.2022) "Об утверждении Положения о порядке проведения комиссионного осмотра и сезонной подготовке локомотивов ОАО "РЖД"

**THE ORDER OF RECEIVING THE LOCOMOTIVE BEFORE DEPARTURE**

*This article describes the main operations included in the order of receiving a locomotive*

**Keywords:** *brake line, check, electric locomotive readiness, system, railway transport*

УДК 656.25

**СИСТЕМА АВТОБЛОКИРОВКИ С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ (АБТЦ-МШ) НА ПЕРЕГОНЕ**

*Михайлов А.А., Яппарова Э.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматривается система микропроцессорной автоблокировки (АБТЦ-МШ) с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры, которая предназначена для обеспечения безопасности движения поездов на перегоне.*

**Ключевые слова:** *автоблокировка, тональные рельсовые цепи, перегон, безопасность, кодирование, контроль, диагностика.*

Система интервального регулирования, включающая в себя автоблокировку с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ-МШ), позволяет обеспечить безопасность движения поездов на однопутных, двухпутных и многопутных участках. Участки должны быть оборудованы электротягой постоянного или переменного тока, либо автономной тягой. Используется также для участков с централизованным электроснабжением пассажирских вагонов.

АБТЦ-МШ управляет сигналами проходных светофоров, контролирует занятость и свободность рельсовых цепей самостоятельно. Система, кодирующая и контролирующая работу автоматической переездной сигнализации. Обеспечивает автоматическую и ручную блокировку запрещающих показаний проходных светофоров и смену направления движения поездов на перегоне.

Система АБТЦ-МШ руководит перегонными объектами, которые расположены от поста централизации на расстояние до 12 км. Если длина более 24 км, то устанавливаются промежуточные пункты контроля [2].

Система микропроцессорной автоблокировки АБТЦ-МШ с тональными рельсовыми цепями имеет централизованное размещение аппаратуры и предназначена для обеспечения безопасности движения поездов на перегоне. Является частью инновационной системы интервального регулирования.

Простыми словами функциями АБТЦ-МШ можно назвать:

- контроль занятости/свободности рельсовых цепей;
- контроль занятости/свободности отдельных блок участков перегона;
- контроль занятости/свободности участков удаления/приближения;
- контроль закрытия/открытия переездов;
- контроль занятости/свободности перегона;
- направление движения на перегоне;
- заблокированные/разблокированные рельсовые цепи;
- показание сигнальной установки;

- контроль извещения на переезд;
- контроль неисправности/аварии переездов;
- контроль включения заграждения на переездах; неисправность перегонной аппаратуры или канала связи;
- неисправность АБТЦ-МШ.

Обмен информацией АБТЦ-МШ с системами микропроцессорной централизации осуществляется аналогично обмену информации с линейным пунктом ДЦ.

Система АБТЦ-МШ состоит из конструктивных элементов стандарта (рисунок 1):

- ячейка;
- шкаф;
- блок;
- модуль.



Рисунок 1 – Конструктивные элементы системы АБТЦ-МШ

Монтажные шкафы надежно защищают оборудование от электромагнитных воздействий и коммутационных перенапряжений. За счёт минимизации напольного и релейного оборудования сокращаются затраты на эксплуатацию системы. Все модули внутри системы стандартизированы по размерам и являются взаимозаменяемыми единицами.

Благодаря внедрению системы АБТЦ-МШ и сокращению межпоездного интервала, пропускная способность участка увеличивается. Также можно заметить рост производительности локомотива, что говорит о более эффективном использовании эксплуатационного парка, то есть сокращение интервала попутного следования поездов.

Автоблокировка с ТРЦ позволяет решить любые задачи, в соответствии с конкретным проектом участка дороги интервального регулирования, а также обеспечения безопасности движения поездов на перегоне.

Система АБТЦ-МШ построена с помощью набора законченных модулей и блоков, которые имеют определенные функции (рисунок 2). Их нумерация определяется при проектировании на основании документации и технического задания в соответствии с количеством объектов на перегоне, которые контролируются и управляются.

Аппаратура первого уровня обеспечивает взаимодействие логических зависимостей автоблокировки и функций взаимодействия с другими устройствами и системами СЦБ. Размещается в релейных помещениях постов ЭЦ. Постоянное выполнение команд первого уровня и контроль состояния объектов управления осуществляет аппаратура второго уровня. Находится в релейных шкафах, путевых или трансформаторных ящиках, а также помещениях дежурного по переезду [1].

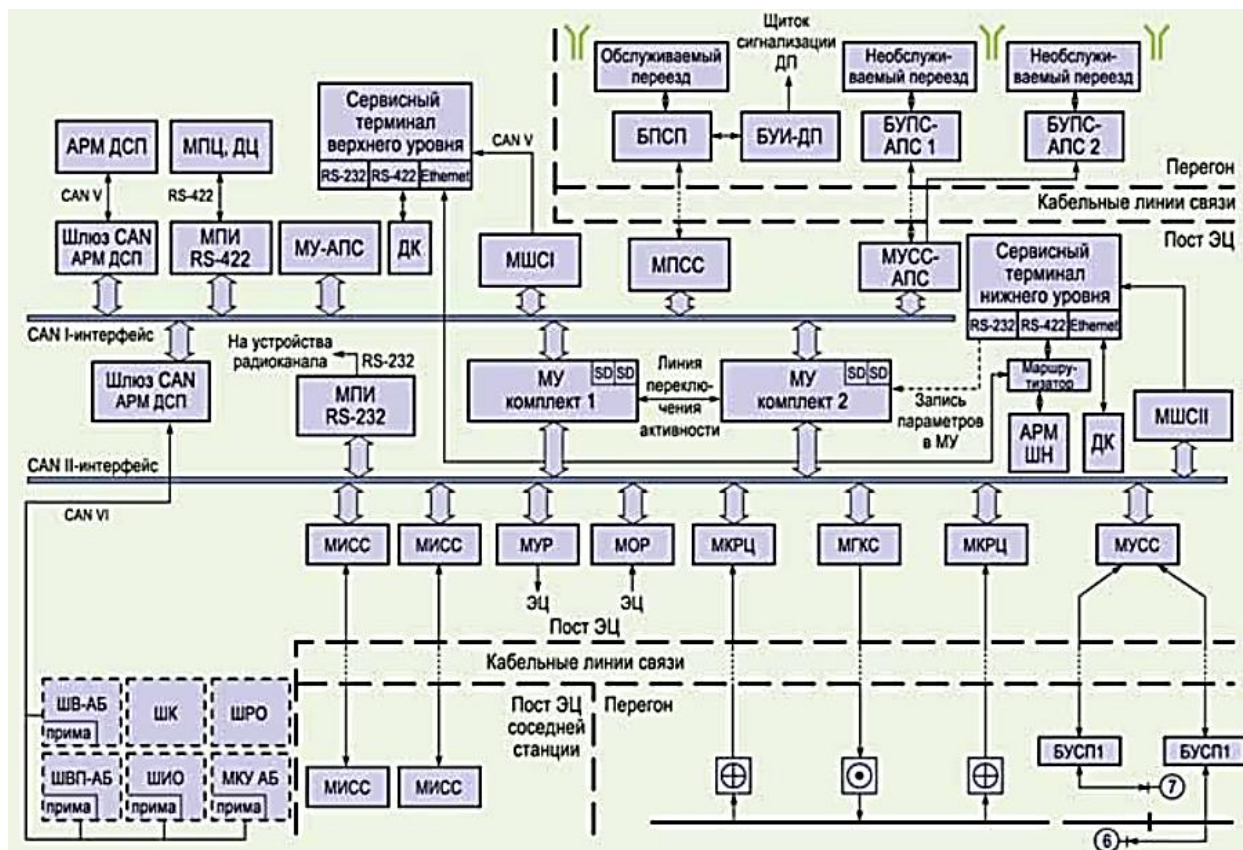


Рисунок 2 – Типовая структурная схема

Работоспособность всех модулей системы контролируется в реальном времени. При обнаружении отказа, либо неисправности происходит моментальное переключение активности с основного модуля на резервный модуль. Алгоритмы резервирования обеспечивают полностью автоматический режим работы без человеческих затрат.

Результативность системы:

- сокращение сроков проведения проектных и монтажных работ;
- уменьшение эксплуатационных расходов;
- отсутствие электромагнитных реле;
- автоматизированное измерение параметров сигналов контроля рельсовой цепи;

Внедрение системы АБТЦ - МШ безусловно даст прирост пропускной способности, однако, существующие ограничения на участке, тяговые возможности и инфраструктура внесут свои ограничения.[3]

Система внедрена на Московском центральном кольце, на Северо-Кавказской и Юго-Восточной железной дороге.

#### Список использованных источников

1. Розенберг Е.Н. Перспективы роста пропускной способности участка / Е.Н. Розенберг, В.В. Аношкин // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 4–7.
2. Шухина Е.Е. Микропроцессорная система автоблокировки АБТЦ-МШ //Е.Е. Шухина, А.В. Марков, И.М. Кравец, С.И. Куваев // Автоматика, связь, информатика. 2013. №5. С. 2–5.
3. Белькова Ю.Д. Современные системы интервального регулирования движения поездов / Ю.Д. Белькова, А.С. Симоченко, Ю.И. Белоголов // Молодая наука Сибири. 2021. № 2. С. 97-102.

### AUTO-LOCKING SYSTEM WITH TONAL RAIL CHAINS (ABTC-MSH) ON THE STAGE



*The article discusses a microprocessor-based auto-locking system (ABTC-MS) with tonal rail circuits and centralized placement of equipment, which is designed to ensure the safety of train traffic on the stretch.*

**Keywords:** *auto-locking, tonal rail circuits, overtaking, safety, coding, control, diagnostics.*

УДК 621.331

## ОСВЕЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ЧЕБЕНЬКИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

*Наумов Д.В., Трубин С.В., Ефанов В.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматриваются вопросы внедрения современных систем автоматического освещения поселка и станции Чебеньки.*

**Ключевые слова:** *модернизация светового луча, система освещения станции Чебеньки, железнодорожный объект, мощность, электропитание.*

В середине XIX века Россия развивала Оренбургскую область и расширяла ее железнодорожные пути. Для железной дороги выбрали место, не расположенное вблизи родниковых вод, вдали от рек. Так в месте без воды появилась железнодорожная станция, название которой приобрела в Оренбургской области станция Чебеньки.

2 сентября 1860 года по новой неэлектрифицированной Оренбургской-Орской железной дороге прошел пробный поезд, призванный сыграть огромную роль в экономической и военно-политической жизни страны. Это событие широко отмечалось в Оренбургской губернии. Сюда съезжались мастера, образовалось село, которое после революции было названо в честь Каширина. Жители села прекрасно помнят имена людей, которые своим трудом внесли свой вклад в развитие и процветание железной дороги. Это такие люди, как Греков Петр Сергеевич, Криволапов Николай Александрович, Жирнов Александр Андреевич. В 1982 году железнодорожная линия Оренбург-Орск была электрифицирована.

Наружное освещение станции Чебеньки связано с обеспечением безопасности железнодорожного движения, здоровья людей, персонала и пассажиров. Благодаря автоматизированной системе диспетчерского управления наружным освещением появляется возможность автоматически управлять освещением, отслеживать неисправности в режиме реального времени и анализировать аварии, происходящие в системе освещения.

Нормативы освещения станций и путей в соответствии их класса проводятся два раза в год в соответствии с «Санитарными правилами организации грузовых и пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте»: «Освещенность станции Чебеньки на горизонтальной поверхности должна быть не менее указанный стандарта:

- на путях (в том числе на путях пропуска прибывающих и отправляющихся поездов) – 5 люкс;
- на открытых для пассажиров платформах в оживленных местах между путями и на виадуках (мостах) – 20 люкс.

В настоящее время практически все системы, перешедшие на автоматическое включение и выключение наружного освещения, используемые для автоматизации управления питанием фонарей и прожекторов станции Чебеньки Оренбургской области, определяют время включения и выключения по заданному годовому календарю, который

не всегда реагирует на погодные условия. Именно поэтому в такие системы необходимо внедрять датчики фотореле (АО), которые позволят автоматизировать процесс выбора времени включения и выключения питания освещения. Типовая структурная схема автоматизированной системы управления наружным освещением в общем виде представлена на рисунке 1.

Измерительные преобразователи и датчики используются как источники информации о параметрах системы управления освещением и состоянии необходимых параметров окружающей среды. Датчик освещенности предназначен для измерения уровня естественного освещения; В качестве такового можно использовать любой светочувствительный элемент.

Датчики электрических параметров получают информацию о значениях напряжения, тока, потребляемой мощности по каждой фазе, а также об отключениях и коротких замыканиях в электросетях. Датчик ручного управления фиксирует информацию о переводе контроллера в режим местного управления, если это необходимо при ремонтных работах на линии, и при этом блокируется управление с персонального компьютера (ПК).

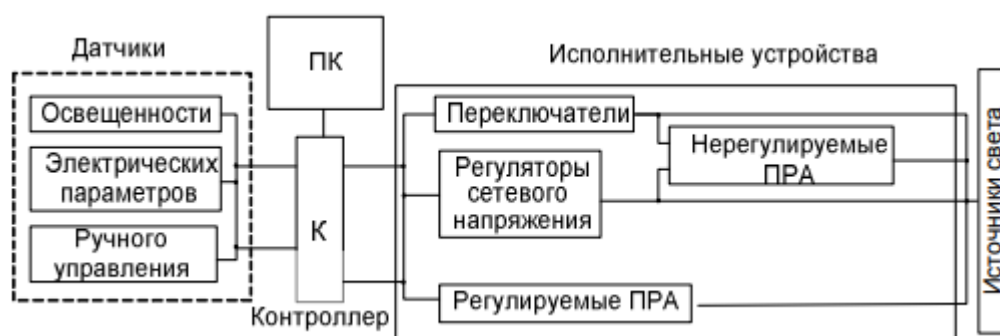


Рисунок 1 – Структурная схема АСУ наружным освещением - К – контроллер; ПК – персональный компьютер; ПРА – пускорегулирующая аппаратура

Информация от датчиков поступает в контроллер К, в памяти которого хранится график режимов работы, благодаря чему в случае потери связи с центральной станцией обеспечивается автономный режим работы системы освещения. Персональный компьютер задает режимы работы системы освещения, собирает и хранит информацию о ее работе. После обработки данных, полученных от датчиков, контроллер формирует управляющие воздействия на исполнительные механизмы.

Выключатели предназначены для полного или частичного включения или отключения наружного освещения от сети, регуляторы сетевого напряжения предназначены для плавного регулирования яркости светового потока точечных светильников. В зависимости от используемых источников света напряжение питания к ним может подаваться как напрямую, так и через нерегулируемые балласты (ПРА).

Принцип работы регулируемых балластов основан на изменении их внутреннего сопротивления, поэтому использование такого оборудования позволяет отказаться от регуляторов сетевого напряжения и нерегулируемых балластов.

При проектировании систем освещения важно обеспечить равномерное распределение света. Для этого нужно не только правильно подобрать светильники и точечные светильники, но и правильно разместить их на территории.

Наружное освещение Ж.Д. объект реализуется в виде трех типов систем:

Общее освещение. Выполняется по принципу освещения открытых пространств. Позволяет создать равномерное освещение на пассажирских платформах, пешеходных переходах, разездах и других функциональных зонах. Источниками света являются торшеры на стойках средней и низкой высоты. Их можно дополнить точечными светильниками, установленными на жестких воротах, гибких перемычках, а также на

стенных конструкциях. Источники света распределены равномерно по территории станции.

Заливной световой луч. Используется для эффективного освещения участков пути, где из-за движения подвижного состава могут появиться темные участки и контрасты. Основной характеристикой такого освещения является высокое расположение пятен освещения. Световые пятна монтируются на опорах и мачты станций с жесткими поперечинами высотой от 15 до 20 метров. Мачты расположены на большем расстоянии друг от друга. Так как высокое расположение прожекторов создает очень яркий свет, способный эффективно освещать темные участки станции.

Комбинированное освещение. Используется на большинстве железнодорожных сооружений. Этот вариант системы освещения предполагает различные комбинации общего и точечного света, с помощью которых достигается высокая эффективность освещения различных зон с учетом их функционального назначения и условий эксплуатации.

Разработку освещения железнодорожных объектов необходимо начинать с анализа территории. Только учитывая специфику работы станции или путевого парка, их расположение и существующую инфраструктуру, можно создать высокоэффективную систему с отличными показателями экономичности, простоты использования и безопасности. Модернизация системы электропроводки наружного освещения территории сырьевых и сортировочных парков. Год реконструкции: 2009.



Рисунок 2 – Освещение после капитального ремонта станции Чебеньки

Компания САРЛ «СТК «ГЕЛИОСЕТИ» выполнила по данной установке следующий комплекс работ:

- создание проекта освещения станции;
- приобрести осветительное оборудование;
- авторский контроль.

До реконструкции в системе освещения использовалось устаревшее осветительное оборудование для ламп типа ДРЛ-ЛИСМ мощностью 250 и 400 Вт и ламп ДРВ 250 Вт (установлено на фрамугах). На мачтах использовались прожекторы типа РО с лампами ДРЛ мощностью 250 Вт; эти лампы быстро вышли из строя.

По результатам светотехнических расчетов для освещения парковых дорожек были выбраны точечные светильники наружного освещения YPSILON с узким светораспределением и энергосберегающие металлогалогенные лампы HQ мощностью 400 Вт. Для освещения шеи использовались металлогалогенные лампы LEO мощностью 250 и 400 Вт. Что дало лучший результат по освещению станции. На мачтах установлены прожекторы 5STARC 900 под лампы мощностью 1000 Вт.

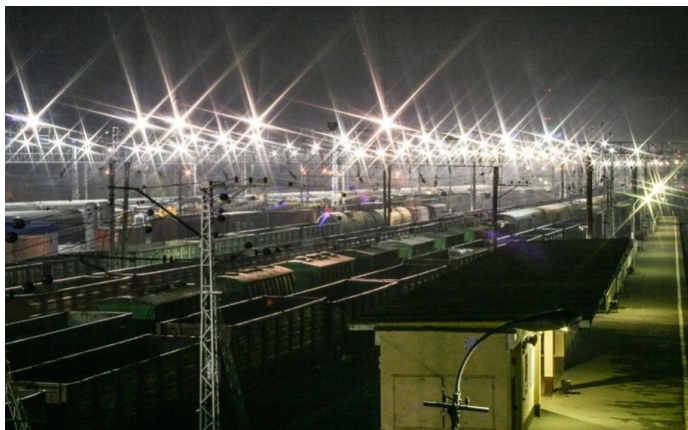


Рисунок 3 – Освещение после капитального ремонта станции Чебеньки

Благодаря реконструкции освещения были достигнуты следующие результаты:

- Энергопотребление снизилось в 5 раз;
- надежность светотехники увеличена в 2 раза (лампы стали дольше гореть, не требуя замены);
- улучшилось качество освещения на станциях; на станции больше нет темных мест.

Гарантия на проекторное оборудование – 5 лет. Срок окупаемости данного проекта составил 2 года.

Благодаря принятым техническими решениями освещение станции стало современным, экономически выгодным проектом.

#### Список использованных источников

1. Бендат Дж. Измерение и анализ случайных процессов / Дж. Бендат, А. Пирсол. М.: Мир, 2019. 464 с.
2. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. СПб: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2019. 425 с.
3. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. М.: Мир, 2020.
4. Оптенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оптенгейм, Р. Шафер. М.: Техносфера, 2019. 856 с.
5. Елисеева И. И. Статистика. М.: Высшее образование, 2018. 565 с.
6. Трояновский В.М. Информационно-управляющие системы и прикладная теория случайных процессов. М.: Гелиос АРВ, 2019. 304 с.
7. Дедюля Д.В. Переход от железнодорожной лампы к светодиоду / Д.В. Дедюля, С.В. Трубин // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. Самара-Оренбург: ОриПС – филиал СамГУПС в г. Оренбург, 2023. С. 75-77.

### LIGHTING OF THE RAILWAY STATION OF THE VILLAGE OF CHEBENKI, ORENBURG REGION

*The article discusses the issues of introducing modern automatic lighting systems for the village and Chebenki station*

**Keywords:** *modernization, lighting system of Chebenki station, railway facility, power, power supply.*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ ЗА СЧЕТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКОЙ

*Панченко В.Н., Абрамова Е.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В данной статье исследуется применение техники наплавки для восстановления деталей локомотивов в процессе ремонта. В статье исследуются различные аспекты техники наплавки, такие как выбор методов наплавки, оптимальные параметры процесса и оценка качества восстановленных деталей. Рассмотрены как классические методы наплавки, так и современные усовершенствования.*

**Ключевые слова:** *износ, восстановление, виды наплавки, установка.*

Повышение эффективности ремонта локомотивов с помощью наплавки имеет несколько преимуществ:

1. Экономия времени и себестоимости. Вместо того чтобы заказывать новые детали, которые требуют длительного производства и доставки, можно просто восстановить дефектные детали методом наплавки. Это позволяет сократить время простоя локомотива и снизить затраты на приобретение новых деталей.
2. Увеличение срока службы: Наплавка позволяет увеличить срок службы деталей. Восстановленные детали обычно имеют такую же прочность и функциональность, как и новые детали. Это позволяет продлить эксплуатацию локомотива без необходимости частой замены деталей.
3. Взаимозаменяемость: Один и тот же тип детали может иметь отличные друг от друга размеры в локомотивах разного межремонтного пробега. Используя технологию наплавки, можно адаптировать детали под конкретные требования каждого локомотива. Это позволяет улучшить совместимость и снизить время, затраченное на поиск и заказ нужных деталей.

В механике выделяют три основных вида изнашивания деталей:

Абразивное изнашивание – это вид износа, вызванный механическим взаимодействием между поверхностями деталей и абразивными материалами. Примеры абразивного изнашивания включают истирание или раскол шероховатой поверхности, вызванное постепенным разрушением материала детали трением или различными абразивными частицами, такими как песок или пыль. Этот тип изнашивания обычно приводит к потере материала и ухудшению геометрии поверхности.

Адгезивное изнашивание – это вид износа, связанный с возникновением сцепления или соединения между поверхностями двух разных материалов. Это может происходить, например, из-за трения между двумя поверхностями без смазки или при высоких давлениях. При движении этих поверхностей друг по отношению к другу материал может «прилипнуть», что приводит к вырыванию частиц материала и разрушению поверхности. Например, при низком качестве смазки адгезивное изнашивание может приводить к образованию сколов или расслоению поверхности детали [1].

Усталостное изнашивание – это вид износа, происходящий от повторяющихся циклических нагрузок или деформаций материала. Каждый цикл нагрузки напрягает материал и вызывает появление микроскопических трещин, которые могут постепенно распространяться и приводить к повреждению детали или полному разрушению. Усталостное изнашивание особенно характерно для металлических конструкций и деталей, подверженных динамическим нагрузкам, таким как колесные пары, валы или пружины.

Все эти виды изнашивания могут быть нежелательными и влиять на работоспособность и долговечность деталей и механизмов. Чтобы минимизировать износ и продлить срок службы деталей, важно применять правильные материалы, смазку и снижать механические воздействия на детали. Также существуют различные методы для предотвращения и контроля изнашивания, такие как поверхностная обработка, применение защитных покрытий или использование материалов с более высокой стойкостью к изнашиванию.

Процесс наплавки, также известный как сварка, является методом соединения двух или более материалов путем плавления их поверхности и затем охлаждения до твердого состояния. Это один из наиболее распространенных способов соединения материалов во многих отраслях промышленности, включая машиностроение, строительство, автомобилестроение и многие другие.

Наплавка выполняется с использованием различных методов и техник, в зависимости от требований процесса и особенностей материалов, которые необходимо соединить. Например, для металлических материалов широко используется дуговая наплавка, при которой между электродом и основным материалом создается электрическая дуга, создающая достаточную температуру для плавления металла. Другие методы наплавки включают газовую наплавку, лазерную наплавку, ультразвуковую наплавку и термитную наплавку.

При выполнении наплавки важно учитывать свойства материалов и обеспечивать оптимальные условия для соединения. Например, необходимо учитывать тепловое расширение материалов, чтобы избежать деформации или напряжений в соединенных деталях. Также важно правильно выбрать метод наплавки и соответствующий сварочный материал или проволоку, чтобы обеспечить прочное и надежное соединение [2].

Наплавку можно производить на любые поверхности - плоские, конические, цилиндрические, сферические. В больших пределах может меняться и ее толщина - от нескольких долей миллиметра до сантиметра и более.

Применяются различные способы наплавки металла - электродуговая, газовая, электрошлаковая, индукционная, плазменная, импульсно-дуговая, вибродуговая, порошковая наплавки. В данной статье рассмотрим процесс газопламенного напыления, также известного как термическое напыление, основано на технологии нагрева металла до плавления и нанесения на поверхность основного материала.

Процесс газопламенного напыления включает использование горелки, которая сжигает газы (обычно кислород и горючий газ) для образования пламени высокой температуры. Это пламя используется для нагревания подготовленного напыляемого материала, который расплавляется и наносится на поверхность детали. Расплавленный материал превращается в тонкую пленку или покрытие, которое обладает различными свойствами, такими как защита от износа, коррозии или теплоизоляция.

При плазменном напылении в качестве наносимого материала применяют гранулированный порошок с размером частиц 50...200 мкм. Порошок в зону дуги подается транспортирующим газом (азотом), расплавляется и переносится на деталь.

Благодаря более высокой температуре наносимого материала и большей скорости полета, прочность соединения покрытия с деталью выше, чем при других способах восстановления деталей напылением.

Преимуществами газопламенного напыления являются:

1. защита и восстановление деталей: Газопламенное напыление позволяет создавать покрытия различной толщины, что делает его полезным как для защиты деталей от износа и коррозии, так и для восстановления поврежденных деталей.
2. разнообразие материалов: Газопламенное напыление может быть выполняться с использованием различных материалов, включая металлы, керамику,

полимеры и композиты. Это позволяет выбирать оптимальный материал с нужными свойствами для конкретных условий эксплуатации.

3. минимальное влияние на размер и форму детали: Газопламенное напыление создает тонкие покрытия, что минимизирует изменение размеров и формы деталей. Это особенно важно при ремонте локомотивов, где точность и соответствие строгим стандартам могут быть критически важными.

Существуют различные типы плазменно-дуговых установок (ПДУ), которые решают вопросы восстановления деталей газопламенным напылением, основные приведены на рис 1. (рисунок заимствован из открытых источников в интернете).

Так же, при восстановлении деталей используются различные методы газопламенного нанесения покрытий:

1. газопламенное напыление порошка без последующего оплавления, применяемое для получения покрытий, которые не подвергаются ударам, знакопеременным нагрузкам, сильному нагреванию при толщине покрытий до 2 мм на сторону;

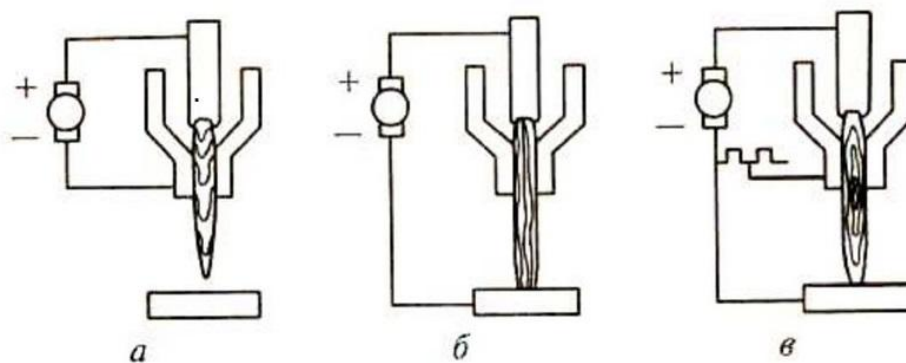


Рисунок 1 – Схемы плазменно-дуговых установок: а – открытая; б – закрытая; в – комбинированная

2. газопламенное напыление с одновременным оплавлением, используемое для восстановления деталей с износом до 3...5 мм, работающих при знакопеременных и ударных нагрузках, изготовленных из серого чугуна, конструкционных и коррозионностойких сталей;

3. газопламенное напыление с последующим оплавлением для восстановления деталей с износом до 2,5 мм на сторону [3].

Давайте рассмотрим основные этапы технологического процесса работы ПДУ:

1. Подготовка газа. Первым шагом является подготовка рабочего газа. Обычно используется инертный газ, такой как аргон, гелий или азот, который вводится в отдельную камеру.

2. Формирование плазменной дуги. Внутри этой камеры, рабочий газ подвергается электрическому разряду, создавая плазменную дугу. Для этого обычно используется высокочастотный или постоянный электрический разряд.

3. Управление плазмой. В результате плазменной дуги образуется плазма - ионизированный газ, состоящий из положительно заряженных и отрицательно заряженных частиц. В этом этапе происходит поддержание стабильности и управление плазмой, что позволяет достичь необходимых химических и физических реакций.

4. Взаимодействие плазмы с обрабатываемым материалом. В этом этапе плазма взаимодействует с обрабатываемым материалом, вызывая различные процессы. Например, плазменная обработка может приводить к ионной имплантации, нанесению покрытий или синтезу новых материалов.

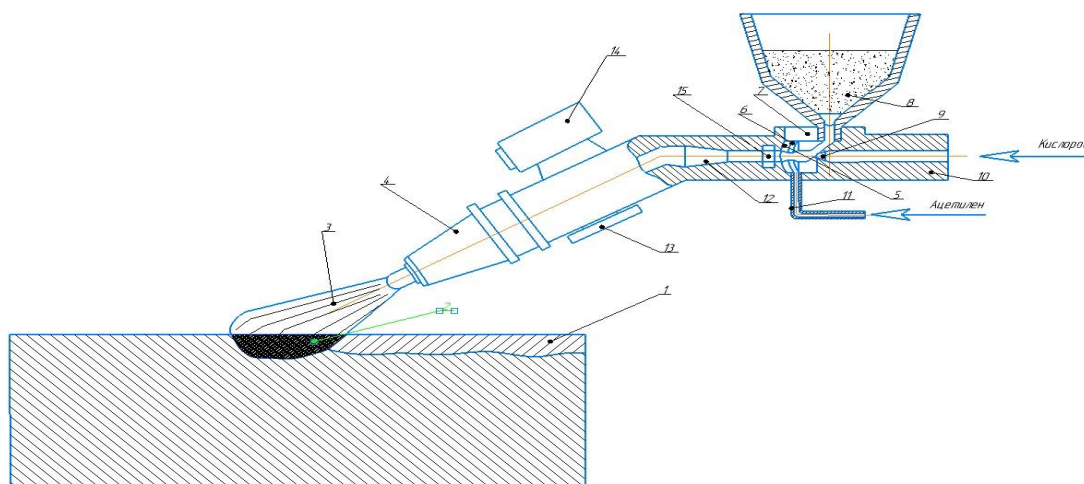


Рисунок 2 – Устройство сварочной горелки плазменно-дуговой установки

1 – наплавляемая поверхность; 2 – сварочная ванна; 3 – пламя; 4 – мундштук; 5 – камера смешивания; 6 – инжектор; 7 – смесительная камера; 8 – бункер для порошка 9 - клапан; 10 – кислородная трубка; 11 – ацетиленовая трубка; 12 – сопло; 13 – рейка для крепления толщиномера; 14 – пирометрическая камера; 15 – блок регулировки подачи.

5. Охлаждение. После обработки материала обычно требуется его охлаждение. Для этого может использоваться система охлаждения, такая как водяная или газовая система.

6. Контроль и анализ. В конце технологического процесса происходит контроль и анализ обработанного материала, чтобы убедиться в достижении заданных характеристик и качества.

Особенностью распылительных аппаратов косвенной наружной подачи порошка является многоканальное сопло, через которое проходит газовая смесь, образующаяся в смесительной камере. Порошок из бункера попадает в ядро пламени через верхнюю часть факела по принципу гравитации по направляющей трубке.

#### Список использованных источников

1. Фрумин И.И. Технология механизированной наплавки / И.И. Фрумин, Ю.А. Юзвенко, Е.И. Ленайчук. М. : Высшая школа, 1964. 304 с.
2. Вайнерман А.Е. Плазменная наплавка металлов / А. Е. Вайнерман, М. Х. Шоршоров, В. Д. Веселкоков. М. : Машиностроение, 1969. 192 с.
3. Соколов Г.Н. Наплавка износостойких сплавов на прессовые штампы и инструмент для горячего деформирования сталей / Г. Н. Соколов, В. И. Лысак. Волгоград : ВолгГТУ, 2005. 284 с.

## INCREASING THE EFFICIENCY OF LOCOMOTIVE REPAIRS DUE TO RESTORATION OF PARTS BY OVERLAYING

*This article explores the use of cladding techniques for the restoration of locomotive parts during the repair process. The paper examines various aspects of cladding techniques, such as the selection of cladding methods, optimal process parameters, and quality assessment of remanufactured parts. Both classical surfacing methods and modern improvements are considered.*

**Key words:** wear, restoration, types of surfacing, installation.



УДК 65-05

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ЗА СЧЕТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ДВИЖЕНИЯ ДВУХЭТАЖНЫХ ПОЕЗДОВ***Панченко В.Н., Сосевич Н.М.**ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В данной статье рассмотрен вопрос совершенствования пассажирских перевозок, за счет реализации проекта движения двухэтажных поездов на сети дорог. В работе проведен SWOT-анализ перевозочного процесса АО «ФПК» в рамках действия существующего механизма предоставления субсидий организациям железнодорожного транспорта на компенсацию потерь в доходах, возникающих в результате государственного регулирования тарифов на перевозку пассажиров в дальнем следовании.*

*На основании данных перспективных объемов перевозок фактического пассажиропотока, были предложены новые направления курсирования двухэтажных поездов между пунктами проследования, а также источники роста пассажиропотока за счет перераспределения пассажиров с альтернативных видов транспорта.*

**Ключевые слова:** *Перевозочный процесс, АО «ФПК», пассажиропотоки, двухэтажные вагоны*

Российские железные дороги играют важную роль в экономике страны. Они обеспечивают транспортную связь между различными регионами, позволяют доставлять товары и грузы на большие расстояния, а также обеспечивают пассажирские перевозки. Железнодорожный транспорт является одним из наиболее распространенных и экономически эффективных видов транспорта в России.

Важно отметить, что Российские железные дороги прошли значительное развитие и модернизацию в последние годы. Были запущены новые высокоскоростные линии, введены в эксплуатацию современный подвижной состав, осуществлен переход на цифровые системы управления движением поездов. Это способствует увеличению пропускной способности, повышению безопасности и улучшению качества услуг для пассажиров и грузоотправителей.

Железнодорожный транспорт продолжает быть важным сектором экономики России, и его дальнейшее развитие и модернизация остаются в приоритете. ОАО «РЖД» играют важную роль в обеспечении экономического развития страны и удовлетворении потребностей пассажиров и грузоотправителей.

Одним из главных преимуществ двухэтажных поездов является возможность перевозки большего количества пассажиров на меньшей площади. Это особенно актуально в густонаселенных городах или на популярных маршрутах, где спрос на пассажирские перевозки высок. Благодаря двухэтажным вагонам можно увеличить пропускную способность поездов и сократить количество поездов на маршруте.

Второе преимущество состоит в повышении комфорта для пассажиров. Двухэтажные поезда могут предлагать больше мест и возможность более эффективного использования внутреннего пространства. Это может сделать поездки более приятными и комфортными для пассажиров.

Однако внедрение движения двухэтажных поездов накладывает ряд технических и инфраструктурных требований. Важно обеспечить достаточную высоту прохода для двухэтажных вагонов во всех точках на маршруте, включая туннели, мосты и вокзалы. Также требуется модернизация вокзальной инфраструктуры, чтобы обеспечить эффективную посадку и высадку пассажиров на двух уровнях.

Еще одним аспектом, который следует учитывать, является подготовка и обучение персонала для работы с двухэтажными поездами. Проводники, поездные электромеханики и другой персонал должны быть обучены основам конструкции и особенностям работы с такими вагонами.

В целом, внедрение движения двухэтажных поездов на сети дорог может повысить эффективность и комфорт пассажирских перевозок. Однако перед внедрением такого проекта необходимо провести тщательное исследование, оценить его экономическую целесообразность и выявить возможные ограничения, связанные с инфраструктурой и подготовкой персонала.

Основным видом деятельности компании АО «ФПК» является перевозка пассажиров в дальнем следовании во внутригосударственном сообщении.

Пассажирские перевозки в дальнем следовании по регулируемым государством тарифам, с одной стороны, являются видом коммерческой деятельности перевозчика, а с другой стороны, характеризуются ярко выраженным социальным эффектом [1, 2].

Существенное значение имеют два следующих обстоятельства.

1. Одной из основных целей ФПК, как коммерческой организации, согласно статье 50 Гражданского кодекса Российской Федерации является извлечение прибыли.
2. Социальный эффект перевозок состоит в удовлетворении одного из конституционных прав граждан - платежеспособного спроса населения на перевозки и лежит в сфере прямых государственных интересов.

Цель государственного заказа заключается в согласовании интересов ключевых участников пассажирских перевозок в дальнем следовании – граждан, государства и перевозчиков.

Основная идея государственного заказа в железнодорожных перевозках заключается в проведении открытых торгов, результатом которых является заключение контрактов на перевозки с выбранными перевозчиками. Таким образом, государство заключает договоры с перевозчиками на предоставление определенных услуг перевозки пассажиров или грузов.

Преимущества использования государственного заказа включают:

- Экономическая эффективность. Государственный заказ позволяет рационально использовать бюджетные средства, выбирая оптимальные предложения по цене и качеству товаров или услуг. Это помогает сэкономить средства и обеспечить наибольшую отдачу от государственных инвестиций.
- Конкуренция. Государственный заказ стимулирует конкуренцию между разными поставщиками, что способствует улучшению качества товаров и услуг, а также снижению цен. Конкуренция за государственные контракты позволяет выбрать наиболее выгодные предложения для государства и налогоплательщиков.
- Транспарентность. Механизм государственного заказа предусматривает проведение открытых конкурсов или тендеров, что способствует повышению прозрачности и предотвращению коррупции. Все участники процесса имеют равные возможности конкурировать за контракты, что обеспечивает честные условия для предоставления лучшего предложения.
- Соблюдение правовых норм. Государственный заказ регулируется специальными законодательными актами, которые обеспечивают соблюдение законности и защиту интересов всех участников процесса. Это помогает предотвратить нарушения и оспорить противозаконные действия.

Регламентированность и прозрачность механизма государственного заказа обеспечит установление и поддержание эффективного баланса интересов пассажиров, налогоплательщиков, перевозчиков и государства [3].

Особенностью перевозок пассажиров в дальнем следовании является ярко выраженный и устойчивый характер неравномерности по календарным периодам года.

На рисунках 1-3 приведены графики неравномерности перевозок пассажиров в течении года: по месяцам, кварталам и сезонам. Минимальный объем перевозок осуществляется в феврале (6% годового объема), максимальный – в августе (12,3% годового объема пассажиропотока), что более чем в два раза превышает февральские объемы перевозок [5].

На основе данных о пассажирообороте можно провести анализ и выявить следующие тренды:

1. Популярность различных типов вагонов: анализируя пассажирооборот, можно определить, какие типы вагонов наиболее востребованы. Например, пассажирский оборот может показать, что комфортабельные вагоны класса «Люкс» или «СВ» пользуются большим или наоборот меньшим спросом, чем обычные плацкартные или купейные вагоны.

2. Сезонные колебания спроса: пассажирооборот также может отражать сезонные изменения в спросе на перевозки. Например, во время летних отпусков или празднования нового года спрос на поезда может значительно возрасти. Это позволяет оптимизировать формирование поездов, чтобы удовлетворить повышенный спрос в определенные периоды.

3. Региональные различия в спросе: анализ пассажирооборота также может помочь выявить различия в спросе в разных регионах. Например, популярность туристических направлений или городов может привести к большему спросу на поезда в эти регионы. Исходя из этого, можно адаптировать типы вагонов и их количество на определенных маршрутах.

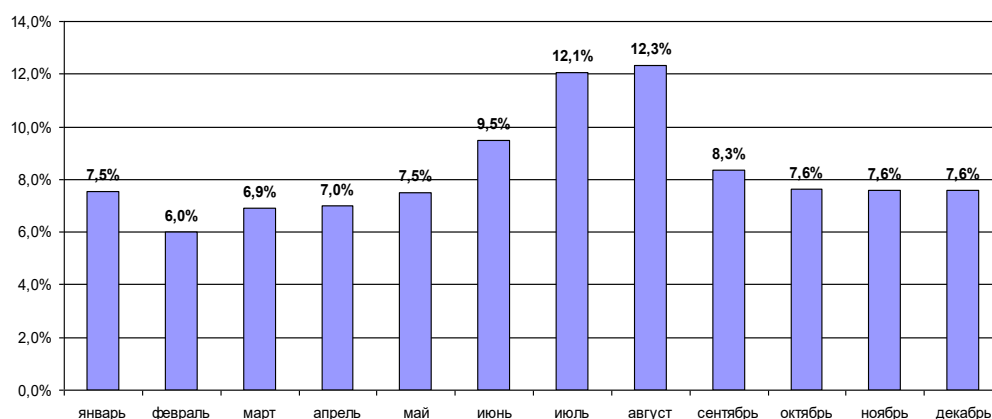


Рисунок 1 – Распределение пассажиропотока по календарным месяцам года

Важно отметить, что анализ пассажирооборота является лишь одним из множества факторов, которые учитываются при формировании поездов. В реальности используются различные методы и модели, включая специфику маршрутов и другие факторы. [6].

Важной задачей развития пассажирских железнодорожных перевозок является обновление парка за счет поставок подвижного состава нового поколения. Обновление парка приведет в свою очередь к увеличению пропускной способности и эффективности железнодорожных перевозок, а также позволит сделать путешествия более комфортнее. Однако, необходимо учитывать, что процесс обновления парка требует значительных инвестиций и планирования.

Организация закупок, рассмотрение различных моделей и типов поездов, а также их техническое обслуживание и эксплуатация – все это требует соответствующих усилий и ресурсов.

К приоритетным направлениям совершенствования работы железнодорожного транспорта являются расширение полигона курсирования поездов составами «Ласточка» и

назначение поездов из двухэтажных вагонов. Расширение полигона курсирования поездов имеет несколько важных преимуществ и возможностей, таких как:

- Улучшение доступности и обслуживания;
- Развитие экономического потенциала. Расширение полигона позволяет развивать связи между различными регионами и создавать новые возможности для экономического роста;
- Оптимизация планирования и координации. Расширение полигона стимулирует развитие новых технологий и систем управления железнодорожным транспортом, что повышает его эффективность.

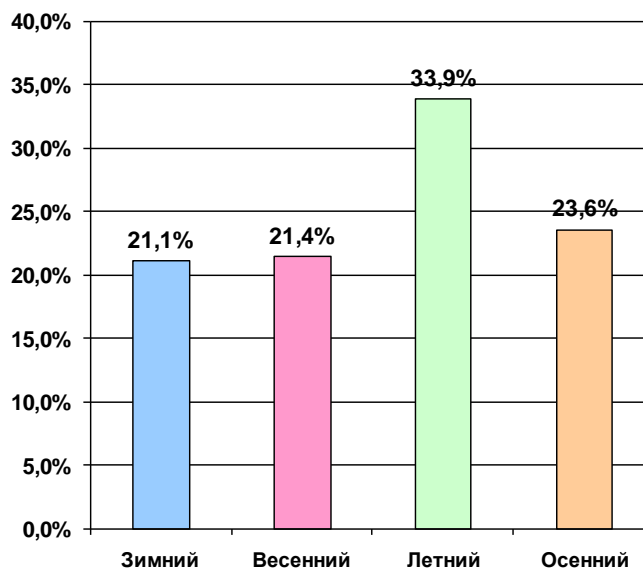


Рисунок 2 – Сезонная неравномерность пассажиропотока

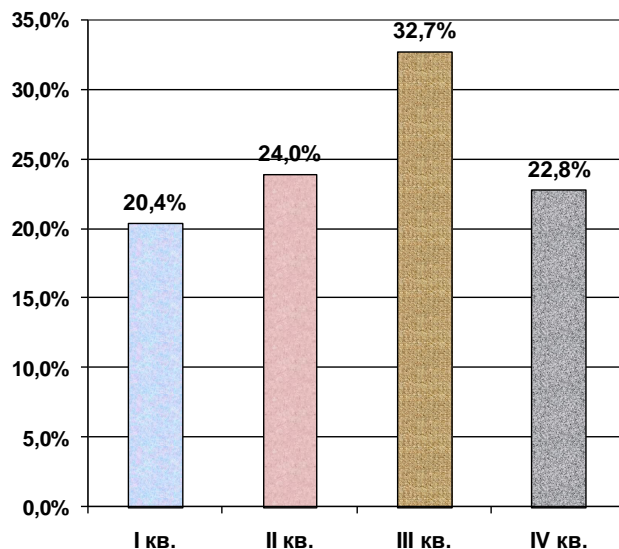


Рисунок 3 – Квартальная неравномерность пассажиропотока

В соответствии с Комплексной долгосрочной программой организации движения двухэтажных вагонов на сети железных дорог ОАО «РЖД», утвержденной Распоряжением Первого вице-президента ОАО «РЖД» А.А. Краснощека от 30.12.2016г. №2822р., на этапе реализации 2023г., предусматривается расширение полигона курсирования поездов из двухэтажных вагонов. Как пример: поезд №52/51 Пенза-Москва назначен составом из двухэтажных вагонов в общем обороте с поездами №49/50 Самара-Москва и №26/25 Ижевск-Москва, №66/65 Москва-Тольятти, в круглогодичном ежедневном обращении с пунктом подготовки в ЛВЧД-7 Самара. Поезд №31/32 Орск-Москва с пунктом подготовки ЛВЧД-7 Самара с новой технологией работы по объединению/разъединению двухэтажного состава по станции Самара.

Реализация программы вносит вклад в достижение целей отраслевых программ и способствует импортозамещению:

- Двухэтажные вагоны отличаются высокой степенью безопасности и оборудованы современными системами жизнеобеспечения. В них будут созданы все условия для комфортной поездки пассажиров с ограниченными физическими возможностями.
- Кроме того, при непосредственном участии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации двухэтажные вагоны отнесены к инновационному подвижному составу в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2014 г. № 1223.

При прогнозе перспективных объемов перевозок использованы данные Фактического пассажиропотока между пунктами проследования двухэтажных поездов, а

также источники роста пассажиропотока за счет перераспределения пассажиров с альтернативных видов транспорта.

Для обслуживания двухэтажных поездов, рассматриваемых в рамках проекта, потребуется дооснащение пунктов формирования и оборота, а также развитие ремонтной инфраструктуры АО «ФПК». Реализация дооснащения будет осуществляться в зависимости от выбранных маршрутов назначения двухэтажных поездов и определения пунктов их формирования и оборота [4].

Для обслуживания двухэтажных поездов на маршрутах, потребуется дооснащение пунктов формирования и оборота, а также развитие ремонтной инфраструктуры АО «ФПК». Реализация дооснащения будет осуществляться в зависимости от выбранных маршрутов назначения двухэтажных поездов и определения пунктов их формирования и оборота. Ориентировочно капитальные вложения АО «ФПК» составят 2,1 млрд рублей за счет заемных средств.

При замене плацкартных вагонов двухэтажными купейными в составах поездов АО «ФПК» предполагается снижение тарифа на рассматриваемом полигоне в дерегулированном сегменте пассажирских перевозок с целью стимулирования перехода пассажиров из регулируемого сегмента в дерегулированный сегмент пассажирских перевозок. В связи с этим, подразумевается, что суммарный пассажирооборот, который сформировался до замены подвижного состава, остается неизменным, величина которого будет формироваться исключительно в дерегулированном сегменте пассажирских перевозок [6].

Реализация проекта будет способствовать повышению доступности железнодорожного транспорта для населения в результате снижения стоимости билетов, а также повышению уровня комфорта пассажиров, благодаря улучшенной технической оснащенности нового подвижного состава.

Таким образом, коммерческая эффективность для перевозчика формируется за счет сокращения количества поездов, курсирующих по железным дорогам общего пользования (назначение поезда, сформированного из двухэтажных вагонов, позволяет произвести оптимизацию размеров движения поездов на маршруте), что приведет к снижению эксплуатационных расходов, связанных с оплатой услуг за пользование инфраструктурой ОАО «РЖД», арендой локомотивов ОАО «РЖД» и прочих эксплуатационных затрат.

#### Список использованных источников

1. Распоряжение ОАО «РЖД» № 3218р от 31.12.2015 г. «Нормативы графика движения поездов. Нормы обеспечения поездов тормозами и допускаемые скорости движения поездов. Данные по весу тары и условной длине подвижного состава и специального подвижного состава».
2. Стратегия развития АО «Федеральная пассажирская компания» до 2030 года.
3. Комплексная долгосрочная программа организации движения двухэтажных пассажирских вагонов на сети железных дорог ОАО «РЖД» №2882р от 30.12.2016г.
4. Приказ Минтранса России от 19.12.2013 № 473 (ред. от 09.04.2019) «Об утверждении Правил перевозок пассажиров, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом».
5. СТО ФПК 1.05.006.2015. Стандарт обслуживания пассажиров АО «ФПК» *Утвержден распоряжением АО «ФПК» от 22 мая 2015 г. № 613р.*
6. Панченко В.Н. Организация движения пассажирских поездов составами из двухэтажных вагонов / В.Н. Панченко, В.С. Камышов // Вестник транспорта Поволжья. 2023. №1. С. 63-69.

### IMPROVEMENT OF PASSENGER TRANSPORTATION DUE TO THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT FOR THE MOVEMENT OF DOUBLE-DECKER TRAINS

*This article discusses the issue of improving passenger transportation through the implementation of a project for the movement of double-decker trains on the road network. The paper presents a SWOT analysis of the transportation process of JSC "FPC" within the framework of the existing mechanism for providing subsidies to railway transport organizations*

to compensate for income losses resulting from state regulation of tariffs for long-distance passenger transportation.

Based on the data of prospective volumes of actual passenger traffic, new directions of double-decker trains running between the points of passage were proposed, as well as sources of passenger traffic growth due to the redistribution of passengers from alternative modes of transport.

**Keywords:** Transportation process, JSC "FPC", passenger flows, double-deck wagons

УДК 514

### ПЛОТНОСТЬ ОБОБЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ РАНГА $n$

Пастухов Ю.Ф.<sup>1</sup>, Пастухов Д.Ф.<sup>1</sup>, Волосова Н.К.<sup>2</sup>, Волосов К.А.<sup>3</sup>, Волосова А.К.<sup>3</sup>, Чернов С.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Беларусь

<sup>2</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

<sup>3</sup> МИИТ, Москва, Россия

<sup>4</sup> Конструкторское бюро «Дисплей», Витебск, Беларусь

В работе даны определения обобщенной энергии ранга  $n$  и обобщенных импульсов порядка  $k$ , плотности обобщенной энергии ранга  $n$ . Получена формула плотности обобщенной энергии ранга  $n$  – полной производной обобщенной энергии по времени  $t$ . Получены следствия из формулы для плотности обобщенной энергии ранга  $n$ , в частности вид плотности обобщенной энергии ранга  $n$  в случае, когда максимальный порядок производных координат по времени в функции Лагранжа не превосходит ранга  $n$  обобщенной энергии. Показано также, что в этом случае обобщенная энергия ранга  $n$  системы сохраняется на решениях (экстремалях) системы уравнений Эйлера-Лагранжа. Результаты работы, возможно, могут быть применимы в механике, физике, квантовой механике, теории оптимизации, физике элементарных частиц.

**Ключевые слова:** энергия системы, импульс системы, обобщенная энергия ранга  $n$ , обобщенные импульсы порядка  $k$ , мощность, плотность, гладкое многообразие, расслоенное пространство скоростей, главное расслоенное пространство, присоединенное расслоенное пространство, локальные координаты, гладкая функция, локальная запись функции, слоевые координаты, дифференциально-геометрические структуры, производная, дифференциал функции, база, расслоения, тензор энергии-импульса системы

Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, m}$  - производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно (эту функцию  $L(x, \dots, x^{(p)})$  называют функцией также Лагранжа или лагранжианом).

**Определение 1.** Система функций  $P_n = \{p_k^i(n)\} = \{p_{k,n}^i\}, n \in N, k = \overline{0, n}, i = \overline{1, m}$

$p_k^i(n) = p_{k,n}^i = \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_l^i \left( \frac{\partial L(x, \dots, x^{(p)})}{\partial x^{(l+k)i}} \right)$   $k = \overline{0, n}, i = \overline{1, m}$  называется обобщенным

импульсом ранга  $n$  для функции Лагранжа. Функция  $p_{k,n}^i$  называются  $k$ -ой компонентой обобщенного импульса  $P_n$  ранга  $n$  по  $i$ -ой координате или импульсами порядка  $k$  ( $k$ -импульсами)  $p_{k,n}^i$  по  $i$ -ой координате обобщенного импульса  $P_n$  ранга  $n$ .

**Определение 2.** Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, m}$  -производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно. Функция

$$H = H_n = H_n(L, x) = H(L, x, n) = -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i x^{(k)i} = -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i D_t^k x^i =$$

$$= -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, x, \dots, x)}{\partial x^{(l+k)i}} \right) D_t^k x^i, \quad x^i = D_t^k x^i, \quad (1)$$

$$p_k^i(n) = p_{k,n}^i = \sum_{i=1}^m \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l+k)i}} \right) \quad k = \overline{0, n}, i = \overline{1, m} \quad (2)$$

Где:  $D_t^k$  – оператор  $k$ - кратного полного дифференцирования по времени  $t$ , называется обобщенной энергией ранга  $n$  (эту функцию еще называют гамильтонианом (функцией Гамильтона)).

**Определение 3.** Полная производная обобщенной энергии ранга  $n$  по времени  $t$ :  $D_t \left( H_n(x, x, \dots, x) \right)$  называется плотностью обобщенной энергии ранга  $n$   $H_n(x, x, \dots, x)$ .

**Теорема 1**(формула плотности обобщенной энергии). Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция. Тогда при условии  $p \in N$  выполняется равенство

$$D_t \left( H_n(x, x, \dots, x) \right) = -\theta(p-n) \sum_{i=1}^m \sum_{k=n+1}^p \frac{\partial L(x, x, \dots, x)}{\partial x^{(k)i}} x^{(k+1)i} - \sum_{i=1}^m p_{0,n}^i x^i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\theta: Z \rightarrow \{0, 1\}, \quad \theta(n) = \begin{cases} 1, & n > 0 \\ 0, & n \leq 0 \end{cases} \text{ – мета функция Хевисайда (модифицированная)}$$

$$p_{k=0,n}^i = \sum_{l=0}^{n-0} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l+0)i}} \right) = \sum_{l=0}^n (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l)i}} \right) = 0, \quad i = \overline{1, m} \text{ – импульсы } 0 \text{ -го}$$

порядка (левое (функциональное) выражение системы уравнений Эйлера-Лагранжа порядка  $n$ ). Явным следствием для  $1 \leq p \leq n$  **теоремы 1** является

**Теорема 2.** Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, m}$  - производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно. Тогда при условии  $1 \leq p \leq n$  справедливо тождество

$$D_t(H_n) = -\sum_{i=1}^m p_{0,n}^i x^i$$

В формуле  $p_{k,n}^i = \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l+k)i}} \right)$ ,  $p_{k,n}^i$  - означает импульс ранга  $n$  порядка  $k$  по  $i$ -ой компоненте.

**Теорема 3.** Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, p}$  - производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно. Тогда на экстремальных (решениях системы уравнений Эйлера-Лагранжа) системы уравнений

$$\text{Эйлера-Лагранжа} \quad p_{k=0,n}^i = \sum_{l=0}^{n-0} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l+0)i}} \right) = \sum_{l=0}^n (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(l)i}} \right) = 0, \quad i = \overline{1, m}$$

1) если  $1 \leq p \leq n$  то, обобщенная энергия сохраняется:

2) если  $p > n$   $D_t(H_n) = -\sum_{i=1}^m p_{0,n}^i \dot{x} \neq 0 \Leftrightarrow H_n \neq const$  - обобщенная энергия, вообще говоря (в общем случае), не сохраняется.

#### Список использованных источников

1. Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л.Е. Евтушик [и др.]; Итоги науки и техники. Серия «Проблемы геометрии»: ВИНТИ, 1979. Т. 9. С. 5–246.
2. Дубровин Б.А. Современная геометрия. Методы и приложения / В.А. Дубровин, С.П. Новиков, А.Т. Фоменко; 2 изд., перераб. М. : Наука, 1986. 760 с.
3. О двух численных алгоритмах для решения конечномерной задачи Лагранжа на экстремум с ограничениями типа равенств: учеб. Пособие / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова [и др.]; Учебное пособие для практических занятий по предметам Методы оптимизации и Математическое программирование(1-е издание). М., 2022. 33 с.
4. Волосова Н.К. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14 .
5. Пастухов Ю.Ф. Квазилинейность в расслоенных пространствах скоростей конечного порядка – теорема о локальном представлении слоевых координат в виде функциональной квазилинейной комбинации преобразованных / Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов, С.В. Чернов// Тенденции развития науки и образования. 2023. № 6 (95). С. 124-127 .
6. Волосова Н.К. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом замены интеграла квадратурой с двенадцатым порядком погрешности в матричном виде / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2022. № 4 (59). С. 9-17.

### THE GENERALIZED ENERGY DENSITY OF RANK $n$

*The paper defines the generalized energy of rank  $n$  and generalized impulses of order  $k$ , the density of generalized energy of rank  $n$ . The formula for the density of generalized energy of rank  $n$  – the total derivative of generalized energy in time  $t$  is obtained. The consequences of the formula for the density of generalized energy of rank  $n$  are obtained, in particular, the form of the density of generalized energy of rank  $n$  in the case, when the maximum order of the time derivatives of the coordinates in the Lagrange function does not exceed the rank  $n$  of the generalized energy. It is also shown that in this case the generalized energy of rank  $n$  of the system is conserved on solutions (extremals) of the system of Euler-Lagrange equations. The results of the work may possibly be in mechanics, physics, quantum mechanics, optimization theory, elementary particle physics.*

**Keywords:** *system energy, system momentum, generalized energy of rank  $n$ , generalized impulses of order  $k$ , power, density, smooth manifold, stratified velocity space, principal stratified space, connected stratified space, local coordinates, smooth function, local function notation, layered coordinates, differential geometric structures, derivative, differential of the function, base, bundles, energy-momentum tensor of the system.*

УДК 621.43

### МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО БЕТОНА (SHOT CREATE)

*Пискарёва Т.И.<sup>1</sup>, Безрукова А.А.<sup>2</sup>, Иванова А.П.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия*

<sup>2</sup>*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье рассматриваются особенности токопроводящего бетона Shot Create, его создание, идея и методика применения. Главная особенность такого бетона*



*состоит в возможности отражения и поглощения электромагнитного излучения. В отличие от обычного бетона, токопроводящий бетон не теряет своих качественных свойств и не подвергается возникновению электрической коррозии при воздействии на него электрического тока.*

**Ключевые слова:** материал, смесь, токопроводящий бетон, электрический ток, мост.

Научные изыскания для решения различных проблем, стоящих перед человечеством, предлагают все новые технологии, методики, материалы. Эксперименты с бетонными покрытиями, позволяют решить еще одну проблему, связанную с обледенением дорог.

Обледенение дорог в зимние холода является серьезной проблемой в разных странах мира. Посыпание дорог солью иногда может помочь сгладить опасные условия, однако недостатком таких действий является вредность соли для шин и дорог. Поэтому был разработан новый тип бетона, способный выдерживать достаточно большое количество электричества, чтобы растопить снег и лёд в короткий промежуток времени. Благодаря такому бетону задержки в аэропортах сократятся, а по опасным зимним дорогам, покрытым льдом, можно будет ездить быстрее и свободнее, чем когда-либо прежде.



Рисунок 1 – Мост Рока-Спур. Отсутствие скопления льда и снега во время первой метели, апрель 2003 г.

Этот вид бетона считается – токопроводящим бетоном (Shot Crete). Человек, который изобрел этот новый материал, Кристофер Туан, является профессором гражданского строительства в Университете Небраски в Линкольне, где он возглавлял исследовательскую группу по разработке нового бетона. Методика создания токопроводящего бетона состоит в следующем. Около 80 процентов нового бетона представляет собой стандартную смесь, в то время как остальные 20 процентов состоят из таких элементов, как стальная стружка и частицы углерода. Стальная стружка и частицы углерода взаимодействуют, когда электрический ток подается на затвердевшую бетонную смесь. Вместе они вырабатывают нужное количество электроэнергии, чтобы растопить лёд и снег, не создавая угрозу безопасности.

Даже при проведении заряда бетон остается безопасным на ощупь. Исследовательская группа уже более десяти лет работает над совершенствованием бетонного раствора. В 2002 году Департамент автомобильных дорог штата Небраска выделил 150-футовую испытательную площадку для производства бетона Туана. Проект был реализован в Роке, примерно в 15 милях к югу от Линкольна, штат Небраска.

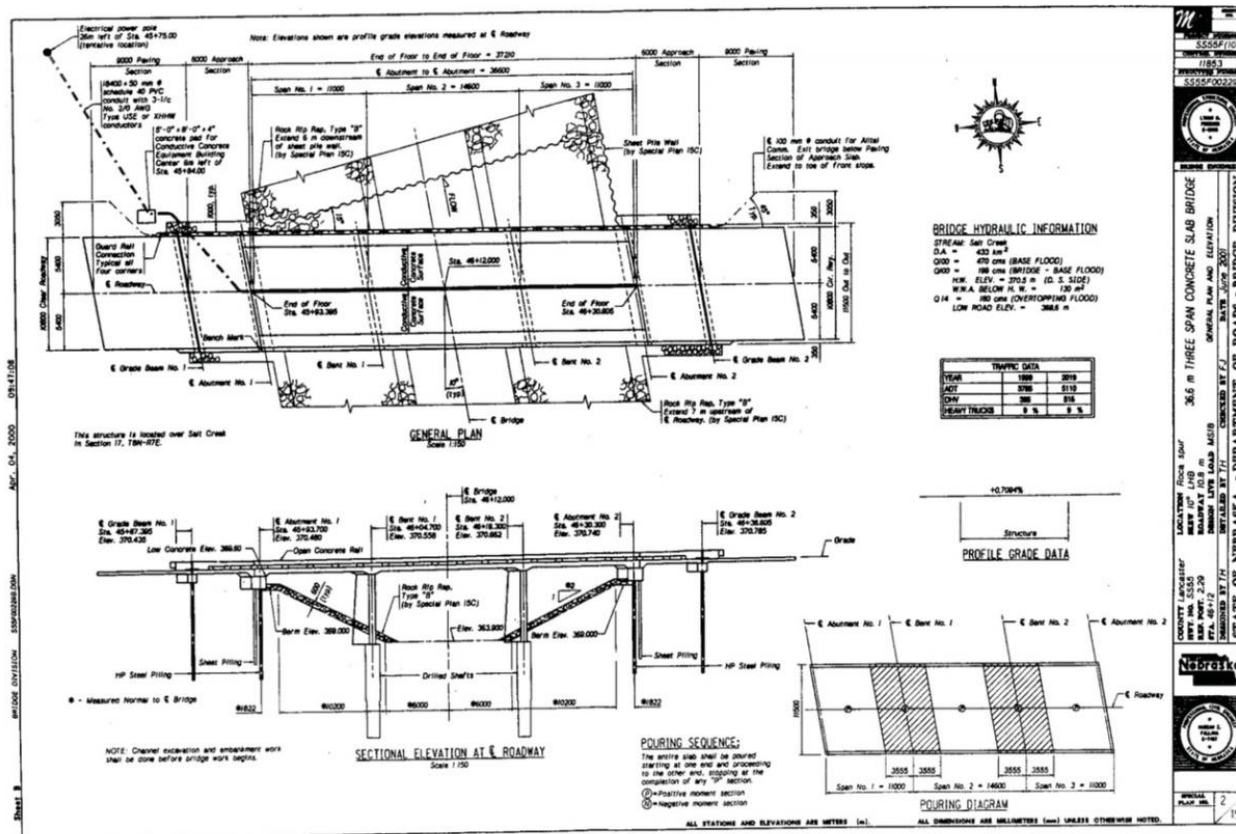


Рисунок 2 – Поперечное сечение и вид сверху

Строительство моста Рока-Спур растянулось по всей длине, и для его завершения потребовалось 52 плиты из токопроводящего бетона. Для контроля и управления процессом оттаивания вкладки были установлены температурные датчики и микропроцессорная система управления. Строительство было завершено, и мост был открыт для движения весной 2003 года (рисунок 1).

Данные первого противообледенительного мероприятия показали, что токопроводящий бетон генерировал в среднем 500 Вт/м (46 Вт/фут), что повышает температуру плиты примерно на 9°C (16°F) выше температуры окружающей среды. Более десяти лет мост каждую зиму защищал от опасных дорожных условий водителей транспортных средств. Мост Рока-Спур представляет собой трёхпролетный мост плитного типа с бетонным настилом длиной 45,7 м (150 футов) и шириной 11 м (36 футов). Толщина плиты составляет 0,3 м (12 дюймов). На этапе проектирования была учтена прокладка из проводящего бетона толщиной 102 мм (4 дюйма). На рисунках 2 и 3 показаны общий план моста, высота поперечного сечения и поперечное сечение плиты. Кабелепроводы и распределительные коробки из поливинилхлорида были заделаны в плиту во время строительства. Кабелепроводы не оказали влияния на структурную целостность моста.

Туан считает, что мосты – идеальное условие для испытаний токопроводящего бетона: «Мосты всегда замерзают первыми, потому что они подвергаются воздействию стихий сверху и снизу». Установив всего несколько плит из бетона Туана в стратегически расположенных местах города, региональные власти смогут обеспечить безопасность дорог и снизить затраты. Для борьбы с обледенением моста Рока-Спур во время трехдневного шторма требуется около 250 долларов, что все еще значительно ниже стоимости всех противогололёдных химикатов, которые вызывают повреждение бетонного покрытия и коррозию арматуры.

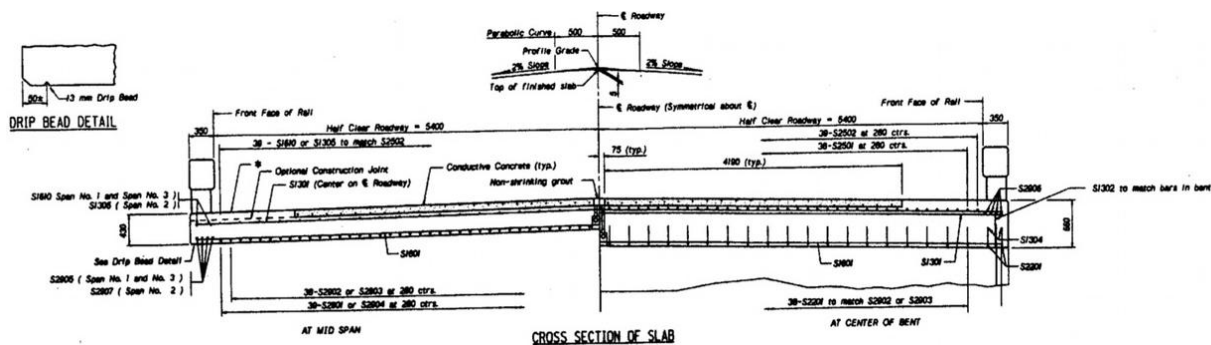


Рисунок 3 – Поперечное сечение плиты

Затраты на строительство и противообледенительные характеристики обогреваемого мостового полотна демонстрируют его экономическую эффективность по сравнению с другими существующими противообледенительными технологиями. Технология токопроводящего бетона может быть легко внедрена в зонах, подверженных авариям, таких как эстакады мостов, съезды, взлётно-посадочные полосы аэропортов, перекрёстки улиц, тротуары и подъездные пути.

В связи с тем, что этот материал способен отражать некоторые электромагнитные волны благодаря магнитному железню, диапазон его применения расширяется. Если покрыть здание токопроводящим бетоном, то он будет экранировать электромагнитные волны извне и защищать электронику и бытовую технику внутри.

На железной дороге в строительстве предприятий, вокзалов, цехов бетон можно использовать для производства, например, специальных поверхностей-обогревателей, которыми могут выступать бетонный пол, тротуарная плитка, стены. А ещё его можно применять в создании железобетонных шпал. Таким образом, решится проблема с забиванием пространств между остриями и рамными рельсами снегом из-за снегопада.

Токопроводящий бетон Shot Crete можно назвать прорывом учёных в области строительства зданий и сооружений, а также в разработке дорожных покрытий. К сожалению, в России этот материал на данный момент не используется. Так как изучения этого материала, различные исследования и тесты до сих пор проводятся в университете Небраски в Линкольне, где он был изобретён. За токопроводящим бетоном большое будущее, которое позволит сделать переход к беспроводным, умным технологиям.

#### Список использованных источников

1. Кристофер Ю. Туан, Шериф А. Йехия. Установка проводящего бетонного покрытия для борьбы с обледенением настила моста в Рока, Небраска // Труды факультета гражданского строительства. Департамент гражданского строительства. Университет Небраски в Омахе, 2004. С. 367.
2. Кристофер Ю. Туан. Реализация проводящего бетона для противообледенения (Мост Рока) // Департамент дорог Небраски, 2008. С.34.
3. Кристофер Ю. Туан, Лим Нгуен. Бетонная смесь для торкретирования. Приложения для электромагнитного экранирования // Факультет гражданского строительства. Университет Небраски. Линкольн, 2018. С.12.
4. Атсума Ишида, Акитоши Араки. Применение цементной смеси в торкрет-бетоне // Международная инженерная конференция. Торкрет-бетон для подземных сооружений XI. Лаборатория исследования неорганических материалов, Япония, 2009.
5. Иванова А.П. Самовосстанавливающийся бетон / А.П. Иванова, Е.И. Панов, Г.Ю. Тихонова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОриПС, 2019. С. 102-104.
6. Дорохин А.М. Элементы геометрии в проектировании «умной» тротуарной плитки / А.М. Дорохин, А.П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОриПС, 2023. С. 80-84.

7. Иванова А.П. Попиксельное и люминесцентное освещение бетона и перспективы его применения / А.П. Иванова, М.О. Щербачкий // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития. Материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОрИПС, 2019. С. 108-110.

### SHOTCREATE CONCRETE

*This article describes the features of conductive concrete Shot Creation, its creation, idea and application. The main feature of such concrete is the possibility of reflection and absorption of electromagnetic radiation. Unlike conventional concrete, conductive concrete does not lose its qualitative properties and is not subjected to electrical corrosion when exposed to electric current.*

**Keywords:** *material, mixture, conductive concrete, process current, bridge.*

УДК 338.24.01

### ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ОАО «РЖД»

*Половинкина А.Ю.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*Статья посвящена вопросам реализации на предприятиях Компании ОАО «РЖД» концепции «бережливого производства». Внедрение технологий «бережливого производства» показано на примере предприятий вагонного хозяйства. Обозначены цели внедрения передовой технологии в виде роста производительности труда, сокращения непроизводственных потерь, повышения качества процессов ремонта и эксплуатации технических средств, через применение передовых инновационных технологий и изменение корпоративной культуры.*

**Ключевые слова:** *«бережливое производство», производительность труда, конкурентоспособность Компании ОАО «РЖД», сокращение расходов, затраты, сокращение потерь, корпоративная культура.*

Как и большинству крупных Компаний Компания ОАО «РЖД» считает повышение производительности труда одной из наиболее важных задач. Одним и наиболее важным подходом в решении данной проблемы является бережный подход, предполагающий сокращение производственных потерь. Очевидно, что такой подход не только обеспечит рост производительности труда, но и значительно улучшит качество продукции, а также будет способствовать повышению мотивации занятого на производстве персонала и росту конкурентоспособности Компании. В последнее время на эти показатели руководство Холдинга обращает особое внимание [1].

Термин «бережливое производство» впервые применила японская компания «Тойота». Специалисты компании впервые обратили внимание на необходимость совершенствования производственных процессов путем внедрения инструментов, повышающих эффективность работы предприятия. Именно там впервые была придумана уникальная технология сокращения расходов устранения затрат с помощью таких методов, как «точно вовремя» кайдзен, 5S, составление карты потока создания ценности и других. Её суть заключалась в том, чтобы создать более качественную продукцию, затратив меньше усилий, ресурсов, с меньшими рисками [2].

В терминологию «бережливое производство» вкладывается понятие базовых принципов эффективной деятельности предприятия. При этом предполагается избавиться от всех непроизводительных затрат или свести их к минимуму путем сокращения потерь.

К внедрению элементов аналогичной системы Компания ОАО «Российские железные дороги» приступила вначале двухтысячных годов. Упор делался на новые прогрессивные технологии и эффективный менеджмент. В то же время большое внимание уделялось командной работе персонала и корпоративной культуре. Реализация принципов «бережливого производства» в первую очередь была направлена на изменение производственной среды и сознания работников [3]. Необходимо было изменить культуру управления предприятия, систему взаимоотношений различных уровней, а также взаимоотношений между сотрудниками внутри одного подразделения [4].

Чтобы заставить все производственные цепочки работать по новым принципам, в Компании ОАО «РЖД» сосредоточились, в первую очередь, на обучении сотрудников новым подходам и методам «бережливой» системы. Очевидно, что ведущая роль в распространении новых знаний была отведена руководящему составу. Организовать процесс обучения и применения знаний сотрудниками Холдинга по принципам «бережливого производства», адаптировать их к новым условиям работы могли только руководители на местах после соответствующего обучения их самих. Такие кардинальные изменения в управленческой и производственной культуре не могли произойти в краткие сроки и одновременно на всех предприятиях отрасли. Каждый участник этого процесса, включая сотрудников самого низшего звена, должен был изменить отношение к своему делу, уяснить себе новые принципы работы, осознать их необходимость и добиваться поставленных целей на каждом рабочем месте, понимая общее видение приоритетных задач. Необходимо было достаточное время, чтобы «закрутился» этот весь огромный маховик и стали видны положительные результаты от его внедрения.

Свое видение этого вопроса высказал корреспонденту газеты «Гудок» старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович: «...необходимо сосредоточить усилия на изменении отношения работников к реализации программы. В первую очередь это должно быть реализовано за счет более активной работы с руководителями среднего командного состава, инженерно-техническими работниками, создания соответствующих условий на рабочих местах. ...Понимание сотрудниками важности для ОАО «РЖД» проводимой в рамках программы работы – один из краеугольных камней философии бережливого производства. Общая цель повысит эффективность при соответствующем уровне качества и обеспечении охраны труда» [5].

Немаловажную роль в процессе внедрения в производство идей кайдзен имеет материальный аспект. Мотивация сотрудников способствует их вовлеченности в процесс совершенствования технологических процессов предприятия. С целью обеспечения активного внедрения принципов и технологий «бережливого производства» в Холдинге ОАО «РЖД» существует порядок премирования за результаты внедрения новых технологий. Основой для расчета премии работникам является подтвержденный экономический эффект. В соответствии с принятыми нормативами, выплаты таким работникам составляют 50% от полученного экономического эффекта.

Положительную роль от внедрения принципов «бережливого производства» на существенный рост производительности труда и оптимизации издержек производства рассмотрим на примере вагонного хозяйства. Его главной задачей является обеспечение железных дорог надежным подвижным составом. В то же время вагонные депо должны обеспечивать техническое обслуживание и ремонт вагонов, необходимое качество услуг по их эксплуатации, безопасность движения поездов.

Так, например, известно, что расходы на ремонт вагонов представляют немалую величину. Значительно снизить эти расходы призвана система «бережливого производства». Так, к примеру, на Куйбышевской железной дороге – филиале ОАО «РЖД» в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» №429р от 18.02.2013 года «О расширении полигона внедрения программы проектов «Бережливое производство в ОАО «РЖД» по вагонному хозяйству и с целью реализации концепции применения технологий

«бережливого производства» на Куйбышевской железной дороге – филиале ОАО «РЖД» были разработаны и проведены мероприятия, соответствующие принципам новой технологии [6]. Они включали в себя формирование рабочих групп в службе вагонного хозяйства и депо по реализации проектов внедрения «бережливого производства», изучение соответствующей документации, разработку соответствующих мероприятий непосредственно в депо.

Процесс вовлечения в проект «Бережливое производство» в службе вагонного хозяйства на Куйбышевской железной дороге начался около десяти лет назад с апробацией на пилотных проектах в подразделениях ВЧДЭ Октябрьск и Круглое поле. При этом наметилась положительная динамика эффективности внедрения новых технологий. В настоящее время все подразделения вагонного хозяйства на Куйбышевской железной дороге вовлечены в проект «Бережливое производство».

Стремление минимизировать потери и оптимизировать процесс текущего отцепочного ремонта вагонов является в настоящее время одной из основных задач, так как от этого зависят основные доходы вагонного хозяйства.

Сокращение времени нахождения вагонов под грузовыми операциями и на технических станциях, снижение числа отцепок в текущий отцепочный ремонт и в простоях в неисправном состоянии также являются большим резервом в реализации проектов эффективного использования парка вагонов. На устранение подобных потерь и направлен проект «Бережливое производство». С помощью его инструментов в подразделениях вагонного хозяйства создаются условия для технологической модернизации и ускоренного развития производства.

#### Список использованных источников

1. Половинкина А.Ю. Совершенствование структурной модели управления качеством в ОАО «РЖД» / А.Ю. Половинкина, М.А. Спирюгова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшекласников в 3 ч. Часть II. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2017. С. 77-80.
2. Масааки Имаи. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний. Пер. с англ. 4-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2009. 271 с.
3. Жебанов А.В. Концепция применения методов бережливого производства на железнодорожном транспорте / А.В. Жебанов, А.Д. Протасова, С.П. Воеводина. Техника и технологии наземного транспорта: материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижний Новгород, 2022. С. 521-525.
4. Концепция применения технологии бережливого производства в ОАО «РЖД». - М.: ОАО «РЖД», 2010. - 47с. URL: <https://ru.readkong.com/page/konceptsiya-primeneniya-tehnologiy-berezhlivogo-proizvodstva-v-3526903>
5. Павлов В. Интервью. Бережливое производство в РЖД: результативные проекты нужно копировать на всю сеть // Гудок, выпуск №105 от 25.06.2013. URL: <https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=917201>
6. Половинкина А.Ю. Внедрение принципов «бережливого производства» в подразделениях вагонного хозяйства ОАО «РЖД» // Актуальные проблемы современной экономики: материалы IV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 2 ч. Часть I. Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2016. С. 293-299.

#### INTRODUCTION OF ADVANCED TECHNOLOGIES IN THE DIVISIONS OF JSC «RUSSIAN RAILWAYS»

*The article is devoted to the implementation of the concept of "lean production" at the enterprises of JSC "Russian Railways". The introduction of "lean manufacturing" technologies is shown by the example of wagon enterprises. The objectives of the introduction of advanced technology in the form of labor productivity growth, reduction of non-production losses, improvement of the quality of repair and operation of technical means, through the use of advanced innovative technologies and changes in corporate culture are outlined.*

**Keywords:** *"lean production", labor productivity, competitiveness of JSC "Russian Railways", cost reduction, costs, loss reduction, corporate culture.*

## ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ

Попов А.Э., Хузина С.Ф., Калужина А.И.

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия

*Маломобильные группы населения (далее, МГН) – это люди, которые испытывают трудности при самостоятельном передвижении, или кому нужно получить необходимые услуги и информацию, это люди, сталкивающиеся со сложностями в ориентировании в окружающей среде. Они нуждаются в особых условиях передвижения.*

**Ключевые слова:** инвалиды, транспорт, помощь, специальные условия.

Инвалид – это человек, что обладает нарушением здоровья с устойчивым расстройством функций организма, предопределенное болезнями, результатами травм либо дефектами, которое приводит к ограничению жизнедеятельности и инициирующее потребность его общественной охраны.

Ограничение жизнедеятельности – абсолютная либо неполная потеря личностью возможности реализовывать обслуживание, без помощи других перемещаться, разбираться, контактировать, осуществлять контроль собственных поступков, учиться и работать.

В наше время установлен вид обозначения инвалида – «человек с ограниченными способностями здоровья».

В обществе считают, что для обозначения инвалидов важно использовать корректную по отношению к ним терминологию: «человек с задержкой в развитии», «перенесший полиомиелит», «использующий инвалидную коляску», «имеет ДЦП», «слабослышащий». Считается, что эти термины более корректны.

Виды инвалидности:

- нарушения двигательной функции;
- патологии функций дыхания, пищеварения, обмена веществ и энергии, внутренней секреции;
- патологии зрения, слуха, обоняния, осязания;
- нарушения психики.

В настоящий период правительство создает комплекс мер по созданию инфраструктуры, которая обеспечивает свободное передвижение людей с ограниченными возможностями в жизни.



Рисунок 1 – Центр содействия мобильности

На предприятиях железнодорожного транспорта создаются условия с целью комфортного обслуживания с ограниченными возможностями - создан Центр содействия мобильности (рисунок 1).

На вокзалах появляются пандусами, а информационные стенды теперь продублированы шрифтом Брайля (рисунок 2)



Рисунок 2 – Шрифт Брайля

Разработан ряд организационных мер с целью предоставления комфортных условий для человека с ограниченными возможностями на территории где присутствует железнодорожный транспорт:

- пассажиров встречают на территории вокзального комплекса;
- организовывается сопровождение от/до транспортного средства по территории вокзального комплекса, а также по его основным;
- оказание помощи при получении предоставляемых на вокзале услуг (оформление проездных документов, пользование камерой хранения и т.д.);
- обеспечение места на вокзале для временного пребывания пассажира на период ожидания транспортного средства;
- обеспечение креслом-коляской, а также вспомогательными техническими средствами для передвижения;
- оказание содействия при перемещении ручной клади;
- оказание помощи в передвижении инвалидам любой категории, при наличии соответствующего документа;
- предоставление помощи при посадке или высадке с поезда.

Компания «РЖД» предоставляет условия для комфортного проезда для пассажиров с ограниченными физическими возможностями. В поезда дальнего следования включают специальные вагоны, которые доступны для всех пассажиров, в том числе использующих кресло-коляску.

Вышесказанные вагоны оборудуются вспомогательными посадочными устройствами для посадки и высадки пассажиров в креслах-колясках: для посадки с низких платформ – автоматизированными подъемными устройствами, с высоких – рампами (рисунок 3).





Рисунок 3 – Вспомогательное устройство

Ширина дверных проемов, проходов и коридоров в части, где размещен пассажир из числа инвалидов гарантирует возможность передвижения в кресле-коляске.

Вагон должен быть оборудован туалетом, специализированным для пользования инвалидами в креслах-колясках, средствами информационного и сигнализационного обеспечения, доступного для всех категорий маломобильных граждан населения. Устройства и вспомогательные приспособления, которые нужны для проезда инвалидов, должны располагаться в легкодоступной зоне.



Рисунок 4 Туалетная кабина маломобильного пассажира

Туалет должен быть оснащен опорными устройствами, которые не будут мешать доступу инвалида в кресле-коляске к унитазу:

На двери туалета должно быть соответствующее обозначение, как картинка, так и надпись для слабовидящих.

Информация в вагонах должна повторяться, независимо от того есть там инвалиды или нет. Информационные таблички и знаки должны быть с применением рельефно-точечного шрифта Брайля. В вагоне должна быть кнопка вызова проводника вагона.

Во время повторной проверки проездного билета проводник показывает пассажиру с ограниченными возможностями и его сопровождающему купе и туалет, которые специально оборудованы.

При осуществлении посадки маломобильного пассажира, в вагон, который оборудован креслом-коляской, к зоне ответственности работников дополнительно относится:

- Пересадка пассажира из личной инвалидной коляски в транспортную;
- Передвижение пассажира на транспортном кресле-коляске до его места, которое указано в билете.

Дальнейшее передвижение пассажира на транспортной кресле-коляске по поезду осуществляется проводником по просьбе пассажира.

Хранение транспортного кресла-коляски и личной инвалидной коляски пассажира осуществляется в специальном купе для инвалидов или в купе для перевозки багажа.

Порядок действий работников при осуществлении высадки пассажира, передвигающегося на инвалидной коляске, аналогичен порядку его посадки.

Всегда необходимо помнить, что речь в профессии проводника пассажирского вагона всегда связана с этикетом. Но, даже используя корректные выражения, можно поставить в неловкое положение и себя, и собеседника, если не принимать во внимание некоторые нюансы, связанные с инвалидностью. Когда не знаешь, как правильно себя вести, чувствуешь себя неловко и скованно. Во избежание этого и предлагаются вышеуказанные рекомендации, написанные инвалидами на основании своего собственного опыта.

#### Список использованных источников

1. Вакуленко С.П. Особенности обслуживания маломобильных пассажиров на железнодорожном транспорте: учебное пособие / С. П. Вакуленко, Е. Б. Куликова, М. Ю. Левшукова. М.: РУТ (МИИТ), 2018. 79 с.
2. Пегов Д. В. Пассажирский комплекс холдинга: события, факты, перспективы // Железнодорожный транспорт. М.: ОАО «РЖД». С.17-21.
3. Данилина Н.В., Привезенцева С. В. Маломобильные группы населения в транспортно-пересадочных узлах // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. №3. С. 49-56.

### ORGANIZATION OF SERVICE FOR LOW-MOBILITY PASSENGERS

*Low-mobility groups of the population (MGN) are people who have difficulties with independent movement, or who need to receive the necessary services and information, these are people who face difficulties in navigating in the environment. They need special conditions of movement.*

**Keywords:** *disabled people, transport, assistance, special conditions.*

УДК 338. 3. 01

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ УЧАСТКА ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

*Протасова А.Д., Жебанов А.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье рассматривается сущность системы и ключевые принципы бережливого производства. Более подробно описаны аспекты внедрения концепции бережливого производства в железнодорожную отрасль. Главная цель – показать реальность использования методов, принципов бережливого производства, результаты внедрения концепции в процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов. Детально изучен технологический процесс, приведены конкретные примеры оптимизации выпуска грузовых вагонов из участка ТОР.*

**Ключевые слова:** *железнодорожный транспорт; грузовой вагон; бережливое производство; картирование; производственный процесс; текущий отцепочный ремонт; затраты; эффективность.*

На многочисленных производствах Российской Федерации, в настоящее время, активно реализуются федеральные и региональные программы внедрения бережливого производства. Достаточно большое количество российских компаний разрабатывают и реализуют подобные проекты. И железная дорога не является исключением для внедрения подобных проектов – бережливого производства. Так, в ОАО «РЖД» с 2010 г.

и до настоящего времени выполняется Программа поэтапного внедрения технологий бережливого производства.

Создание и внедрение подобных инновационных технологий является важным ресурсом для повышения эффективности железнодорожного транспорта, значимости и конкурентоспособности железных дорог. Одним из важнейших направлений программы перспективного развития компании является проект «Бережливое производство» в ОАО «РЖД», реализуемый в соответствии со Стратегией инновационного развития ОАО «РЖД» и Корпоративной системой управления качеством. В ОАО «РЖД» Департаментом технической политики проводится колоссальная работа по внедрению корпоративной интегрированной системы менеджмента качества (КИ СМК), реализуется корпоративная программа обучения руководителей методам менеджмента качества. Разработаны проекты, на которых осуществляется отработка системы.

Основная цель применения системы бережливого производства – повышение эффективности производственной системы во всех сферах деятельности предприятия за счет снижения затрат, повышения качества выпускаемой продукции, оптимизации логистики, улучшения условий труда, изменения отношений к оборудованию и его эксплуатации, снижения рисков по охране труда [1-4].

На сети железных дорог началось внедрение данной концепции, через «пилотные» структурные подразделения с целью пересмотра технологических процессов и разработки проектов улучшений. И уже к настоящему моменту железная дорога имеет положительные результаты внедрения системы бережливого производства [3,4].

Как уже было отмечено ранее, сущность концепции «бережливого производства» состоит в том, что она ориентирована на выявление потребностей рынка и создание максимальной ценности для клиента при минимальных затратах ресурсов: материальных средств, человеческих усилий, оборудования, времени, производственных площадей.

Со временем концепцией «бережливое производство» в ОАО «РЖД» были выделены семь базовых разновидностей потерь, а это те действия, которые не создают ценности для потребителя, уменьшение и устранение причин возникновения которых, можно осуществить за счет применения технологий бережливого производства:

- 1) перепроизводство – разновидность потерь, связанная с избыточным выпуском готовой продукции;
- 2) излишние запасы – разновидность потерь, при которой на предприятии хранятся изделия в количестве сверх установленных нормативов. К запасам относятся сырье и материалы, незавершенное производство, полуфабрикаты, запасные части. Чаще всего хранение таких запасов говорит о нестабильности производственного процесса либо об ошибках при планировании хозяйственной деятельности;
- 3) транспортировка – разновидность потерь, связанная с нерациональным перемещением сырья, материалов, запасных частей, комплектующих, полуфабрикатов и готовых изделий;
- 4) потери из-за дефектов – разновидность потерь, связанная с появлением дополнительных затрат, появляющихся при обнаружении и исправлении дефектов, которые возникают или при недостаточном уровне квалификации персонала или нарушении технологического процесса;
- 5) потери при излишней обработке появляются при выполнении операций и процессов, которые не нужны в технологическом процессе;
- 6) потери при излишних перемещениях – разновидность потерь, возникающая в связи с излишним передвижением сотрудников, оборудования;
- 7) простои – разновидность потерь, связанная с ожиданием сотрудников, производственных мощностей из-за несвоевременного предоставления материалов и комплектующих изделий, поломок оборудования.

Позднее, в процессе внедрения инструментов бережливого производства выяснилось, что виды потерь, причины их возникновения и возможности устранения являются аналогичными практически на всех предприятиях ОАО «РЖД», независимо от направленности их деятельности, географической расположенности и выполняемого функционала. И, именно, устранение данных потерь позволяет минимизировать размер эксплуатационных затрат при организации перевозок.

Для решения проблем с потерями нам может помочь инструментарий бережливого производства, а также многочисленные методы повышения эффективности процессов. Например, бережливое производство, как универсальная система сокращения издержек, которая помогает работникам взглянуть на свою работу через призму сокращения времени, затрачиваемого на выполнения непроизводительных действий. Это даёт возможность ускорить процесс ремонтных работ и увеличить их объёмы [5,6]

Безусловно элементы бережливого производства находят применение для оптимизации деятельности каждого предприятия, но хотелось бы рассмотреть методологию на примере развития участка текущего отцепочного ремонта, который входит в состав структурных подразделений, занимающихся эксплуатацией подвижного состава.

Текущий отцепочный ремонт (ТОР) – это специфический вид услуги по ремонту грузового вагона. Неисправность может возникнуть в любое время и в любой точке железнодорожной сети. Соответственно, для обеспечения безопасности движения аварийный вагон необходимо отправить на ближайшую станцию или, при наличии такой возможности, устранить неисправность на месте. Производится такой ремонт на специально выделенных путях, оснащенных необходимым оборудованием и приспособлением на основании уведомления формы ВУ-23М, заполненного осмотрщиком вагонов или оператором пункта технического обслуживания (ПТО). При данном виде ремонта выявляются и устраняются неисправности кузовов, рам вагонов, колесных пар, боковых рам и наддресорных балок тележек, буксового узла, пружинно-фрикционного рессорного комплекта, тормозного оборудования, автосцепного устройства вне зависимости от причины поступления вагона в текущий отцепочный ремонт.

Материалы, запасные части, применяемые при ремонте отцепленных вагонов, должны соответствовать нормативной документации и рабочим чертежам на их изготовление и ремонт, быть сертифицированы, а также должен соблюдаться порядок к их хранению [7].

Но в действительности, наблюдается неупорядоченное хранение запасных частей и материалов на участках ТОР. В результате при замене деталей вагонов в ходе производства ремонта работники участка затрачивают продолжительное время, связанное с избыточным их перемещением, что приводит к простоею вагона в ремонте.

Для решения данной проблемы рассмотрим применение методов и элементов бережливого производства, которые применяются для повышения показателей производственной деятельности, что выводит этот тандем на лидирующее место в системе оптимизации трудоемкости проводимых ремонтных операций на участке ТОР.

Выявленные проблемы на примере затрат времени при поиске и пополнении запасных частей для замены узлов в текущем отцепочном ремонте. Возникает необходимость в организации обеспечения, хранения и транспортировки необходимых деталей и узлов. В качестве решения данной проблемы применим метод картирования.

Картирование в концепции «Бережливого производства» – инструмент визуализации и анализа материального и информационного потоков в процессе создания ценности от поставщика до заказчика. Картирование необходимо для: визуализации каждого этапа движения потоков материалов и информации выявления потерь и их источников выработки единого понятийного языка для всех участников процесса принятия правильных управленческих решений для оптимизации процесса.

После внедрения данного метода, используемый инструментарий бережливого производства показал основные преимущества: представил процесс наглядно, отразив проблемные точки, указав взаимодействия, выявив операции, потребляющие ресурсы, но не создающие ценности. Следовательно, результаты внедрения данного метода бережливого производства, следующие: создание порядка и условий хранения запасных деталей и узлов; упорядочивание деталей; сокращение временных, физических и эксплуатационных затрат.

Рассмотрим ещё пример внедрения и положительного результата элементов бережливого производства в процесс текущего отцепочного ремонта. В качестве решения проблемы затрат времени на подкатку колёсной пары под вагон в текущем отцепочном ремонте применим метод по системе Кайдзен.

Система Кайдзен – это японская техника управления производством. Применение этой системы – повышение эффективности работы компании, постоянное совершенствование за счет полного изменения управления.

При изучении структуры участков ТОР было выявлено, что колёсные пары складировались без подписи показателей. К складированию без подписи показателей добавляется ещё отсутствие отдельных зон хранения для разных собственников. При таком хранении требуется много времени, чтобы определить к какому именно предприятию относится колесная пара, появляется сложность подбора колесной пары по необходимым техническим характеристикам [8-10].

В данном случае для минимизации времени при выборе колёсной пары можно предложить такую технологию: классификация объектов сопровождается их пометкой с помощью QR-кода. Информация по колёсной паре выводится на специальный графический планшет. Сведения о неисправностях представляются также справкой ВУ–23М.

Таким образом, применение метода Кайдзен в условиях участка ТОР позволит: сократить время простоя вагонов в текущем отцепочном ремонте и сократить время на отбор и отправку колесных пар в ремонт (в зависимости от объемов ремонта).

В заключении можно отметить, что использование принципов бережливого производства все же может дать значительные и положительные эффекты, так как представленная концепция основана на фундаменте разнообразных идей об эффективности управления компанией, появившихся ранее и органично интегрирует в себя новые идеи, появляющиеся в настоящее время.

ОАО «РЖД» находится сегодня на пороге нового этапа развития. Содержанием этого этапа станет непрерывная комплексная оптимизация бизнес-процессов, совершенствование структуры и принципов управления, укрепление корпоративной культуры. В условиях возрастающей конкуренции железнодорожным компаниям важно не потерять перспективные рынки, использовать все свои резервы для поддержания и усиления конкурентоспособности в долгосрочном периоде. Как показывает мировой опыт, эта задача может быть решена только путем системного подхода к оптимизации всех аспектов и функциональных направлений деятельности на основе методологии управления качеством как интегрирующей платформы.

#### Список использованных источников

1. Протасова А.Д. Цифровая технология при организации работ участка ТОР / А.Д. Протасова, А.В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2023. С. 155-161.
2. Жебанов А.В. Использование элементов "Бережливого производства" в организации работы участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 24-26.
3. Протасова А.Д. Методы бережливого производства, используемые при эксплуатации вагонов / А. Д. Протасова, А. В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного

университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2023. С. 111-116.

4. Протасова А.Д. Концепция применения методов бережливого производства на железнодорожном транспорте / А.Д. Протасова, С.П. Воеводина, А.В. Жебанов // Техника и технологии наземного транспорта: материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 521-525.
5. Справочник «Бережливое производство в ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – URL://www.uppro.ru/docs/Spravochnik\_berezhlivoe\_proizvodstvo.pdf (Дата обращения 20.05.2021)
6. Воеводина С.П. Развитие предприятий вагонного хозяйства при использовании технологий бережливого производства / С.П. Воеводина, А.В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики: материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2023. С. 20-23.
7. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты. – М. Стандартинформ, 2015. – 10 с.
8. Потапова А.Д. Бережливое производство как инструмент повышения качества обслуживания пассажиров / А.Д. Потапова, А.В. Жебанов // Дни студенческой науки: сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 133-136.
9. Попов В.Л. Внедрение концепции «Бережливое производство» на предприятиях // Экономика и предпринимательство, 2015. №4. Ч. 1. С. 495-502.
10. Воеводина С.П. Развитие железнодорожного транспорта с помощью внедрения технологий бережливого производства / С. П. Воеводина, А. В. Жебанов // Приоритетные направления развития науки и технологий : доклады XXXII Международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 г. / Под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2023. С. 187-190.

### **THE USE OF LEAN MANUFACTURING ELEMENTS IN ORDER TO OPTIMIZE THE ORGANIZATION OF THE WORK OF THE SITE FOR THE CURRENT REPAIR OF FREIGHT CARS**

*The article discusses the essence of the system and the key principles of lean manufacturing. The aspects of implementing the concept of lean manufacturing in the railway industry are described in more detail. The main goal is to show the reality of using methods, principles of lean production, the results of the implementation of the concept in the process of ongoing uncoupling repair of freight cars. The technological process is studied in detail, specific examples of optimizing the release of freight cars from the TOP section are given.*

**Keywords:** railway transport; freight car; lean manufacturing; mapping; production process; current uncoupling repair; costs; efficiency.

УДК 621:004.92

### **РАЗРАБОТКА КРЮЧКА СОЛНЕЦЗАЩИТНОГО КОЗЫРЬКА В СРЕДЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ SOLIDWORKS**

*Садулаев А.А-В., Айсунгуров Н.Д., Антаев Х.Х.*

*ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, Россия*

*В данной статье мы рассмотрим разработку крючка солнцезащитного козырька в среде 3D моделирования SOLIDWORKS.*

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, крючок, автоматизированное проектирование, машиностроение.

В современном мире автоматизация является неотъемлемой частью жизни человека. С развитием прогресса автоматизация внедряется во многие сфера, такие как медицина, машиностроение, бизнес, образование и т.д. Одним из направлений автоматизации

является САПР – система автоматизированного проектирования. САПР представляет собой комплекс, состоящий из программных и технических средств, предназначенных для разработки различных моделей, чертежей и проектов.



Рисунок 1 – Крючок солнцезащитного козырька

В настоящее время САПР активно используются в машиностроении, т.к. с ее помощью труд инженеров-проектировщиков значительно упростился, ведь ручная разработка чертежей и документации заменилась автоматизированной. Среди других преимуществ можно выделить сокращение трудозатрат, отходов с производства, рост качества производимой продукции и т.д.

Одним из ведущих в отрасли программных средств для автоматизированного проектирования является SOLIDWORKS [1], востребованное миллионами инженерами по всему миру. В SOLIDWORKS используется параметрическое проектирование, поэтому он является таким эффективным инструментом для дизайнеров и инженеров. Таким образом, разработчик может увидеть, как изменения влияют на соседние компоненты или даже на все решение в целом. Моделирование SOLIDWORKS позволяет пользователям тестировать свои конструкции и быстро и точно выявлять любые дефекты. Проектировщику будут предоставлены данные высокой точности, что означает изменение конструкции до создания физического прототипа.

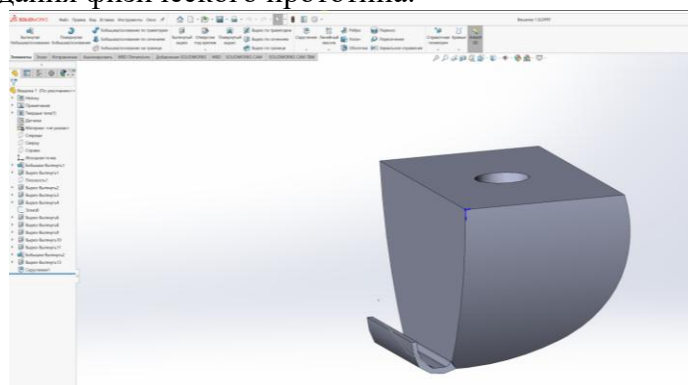


Рисунок 2 – Чертеж шестерни ЯМЗ-236

В данной статье мы рассмотрим разработку крючка солнцезащитного козырька в среде 3D моделирования SOLIDWORKS. Данный крючок предназначен для фиксации козырька, чтобы обеспечить комфортность пассажиров от влияния солнечных лучей (рисунок 1). Подобные крючки бывают разных форм и размеров и могут отличаться у различных производителей. В качестве примера взят крючок автомобиля марки «Mercedes Benz».

Т.к. чертежи в открытом доступе отсутствовали, перед разработкой были сняты все необходимые размеры, а затем была начата работа по созданию 3D модели. На рисунке 2 представлен вид модели крючка, разработанной по размерам реального объекта.

Проблема исходной конструкции данного крючка заключается в том, что он легко ломался под действием малой силы. Для определения предельной допустимой силы давления в программе есть возможность исследования объекта на различные механические воздействия, такие, как сила, давление, растяжение, скручивание и т.д.

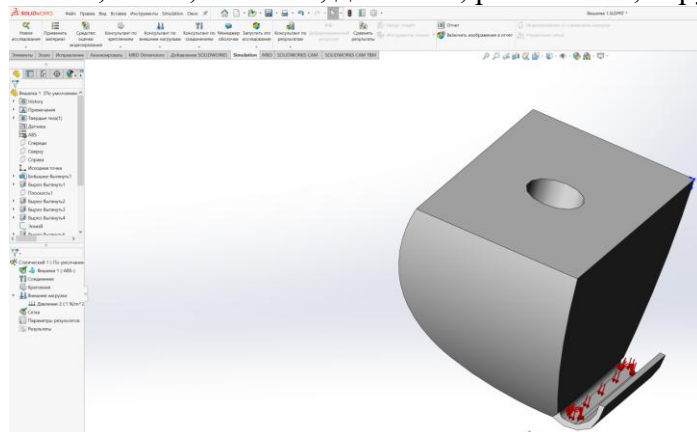


Рисунок 3 – Исследование модели на внешние нагрузки

По итогу эксперимента выяснилось, что максимальная допустимая сила давления на опорную часть оказалась 1-2 Н/м<sup>2</sup>. После была разработана новая модель с измененной конструкцией (рисунок 4). Было добавлено дополнительно ребро жёсткости и утолщена опорная часть. После вновь проведенного эксперимента максимальная сила давления изменилась и стала равно до 5 Н/м<sup>2</sup>.

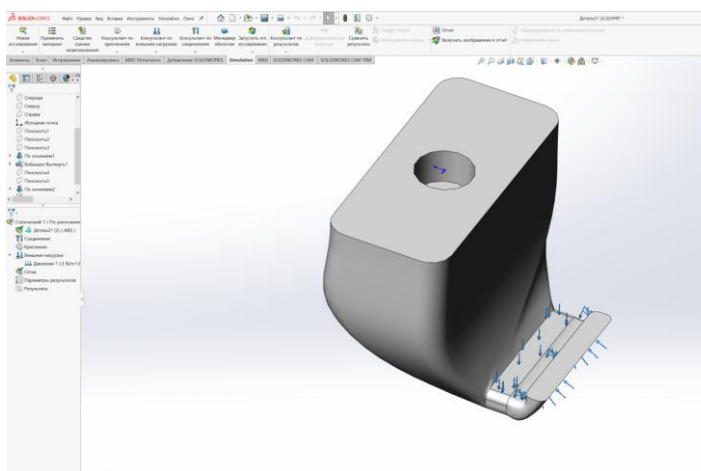


Рисунок 4 – Исследование измененной модели на внешние нагрузки

После модель была распечатана на 3D принтере, а затем была установлена на машину (рис. 5). Следует отметить, что разработанная деталь ничем не отличалась по качеству от оригинала, а наоборот была улучшена.





Рисунок 5 – Внешний вид

Исходя из всего выше сказанного, на примере разработки крючка солнцезащитного козырька в среде моделирования SOLIDWORKS. можно сделать вывод о том, что 3D-моделирование в машиностроении позволяет улучшить качественные и количественные характеристики производственных процессов.

#### Список использованных источников

1. Садулаев А.А-В. Разработка шестерни ЯМЗ-236 первой передачи и заднего хода в среде 3D-моделирования SOLIDWORKS / А.А-В. Садулаев, Т.Р. Козлов, С-Э.М. Цинаев // Автотранспортный комплекс 3.0. Актуальные проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции. Грозный, 2023. С. 160-165.

### DEVELOPMENT OF A SUN VISOR HOOK IN THE 3D MODELING ENVIRONMENT OF SOLIDWORKS

*In this article, we will consider the development of a sun visor hook in the 3D modeling environment of SOLIDWORKS.*

**Keywords:** 3D modeling, hook, computer-aided design, mechanical engineering.

УДК 621.01: 629.423

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Тычков А.С., Петров А.И.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье рассмотрен вопрос выбора оптимальной технологии 3D печати для восстановления элементов электроподвижного состава, проанализирован опыт внедрения в различные производства и сформированы критерии для составления перечня деталей для аддитивного производства.*

**Ключевые слова:** анализ, технология, 3D-печать, восстановление, критерии.

Аддитивные технологии, или технологии послойного синтеза являются представителями бурно развивающегося направления цифровой трансформации производства. Данная концепция выступает в роли последующего этапа развития классических технологий обработки материала, основанных на традиционных принципах,

закрывающихся, например, в таких операциях как фрезерование, точение, строгание, шлифование.

Одним из наиболее перспективных направлений для восстановления работоспособности оборудования электроподвижного состава (ЭПС) являются технологии Directed Energy Deposition (DED) или Direct Metal Tooling (DMT), базирующиеся на лазерной (электронной) наплавке [1].

В отличие от селективного лазерного спекания или сплавления, при использовании технологии DED не формируется слой наносимого материала на поверхности, материал подается сразу в область построения, куда подводится энергия и где идет процесс создания изделия.

Заранее подготовленная САД-модель изделия загружается в 3D-принтер. Специализированным программным обеспечением данная модель разбивается на слои, затем послово создается.

Лазерный луч высокой мощности формирует на поверхности металла зону расплава, куда дозировано подается металлический порошок. Он полностью расплавляется лазерным лучом и быстро застывает в этой зоне. Благодаря подвижной лазерной системе (в которую также интегрированы каналы для подачи порошка и защитного газа) и трех или пяти осевому поворотному столу, где формируется деталь, лазерный луч перемещается в соответствии с программой, заданной геометрией изделия, и таким образом происходит послойное построение детали.

Одним из ключевых условий для достижения высокой точности 3D-печати является настройка определенной толщины наплавляемого слоя металла. DMT-принтеры могут быть оснащены системой контроля с обратной связью (например принтеры компании InssTek), она с помощью встроенных ССD-камер измеряет толщину слоя и регулирует параметры прямо в процессе печати. Есть возможность выбора 3 стандартных модулей для системы подачи порошка — 150, 250 и 400 мкм. В соответствии с требованиями толщина слоя может варьироваться в пределах 100–1000 мкм.

Метод печати (производства) может быть двух типов: простой и гибридный. Простой метод оправдывает свое название и заключается в печати изделия с нуля. Гибридный же метод может совмещать традиционные методы механической обработки и 3D-печати, что позволяет сокращать время печати и снизить расходы на материал. В данном случае возможно использовать заготовку, созданную, например, на фрезерном станке или методом литья, а основную формообразующую часть изделия «вырастить» на 3D-принтере. При этом геометрия поверхности заготовки не обязательно должна быть плоской, может иметь произвольную форму.

Стандартный SDM-модуль (рисунок 1, 2) предназначен для формирования металлического слоя на поверхности металлической подложки/детали и используется как основная часть при 3D-печати металлическим порошковым материалом. Оптическая система стандартного SDM-модуля фокусирует мощность, сгенерированную лазерной системой, в пучок диаметром до 1800 микрон в зависимости от типа модуля (согласно основным техническим характеристикам модулей) и направляет его на поверхность металлической подложки/детали [2].

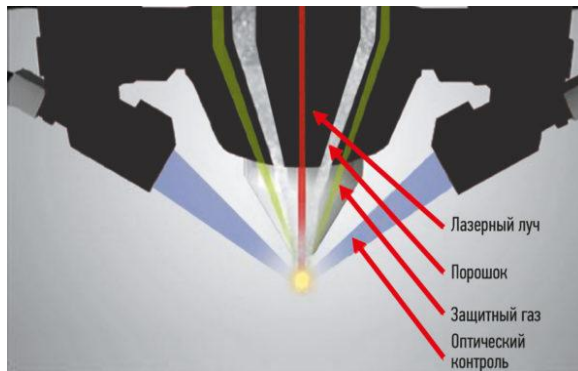


Рисунок 1 – Функциональная схема 3D-печати по технологии DMT

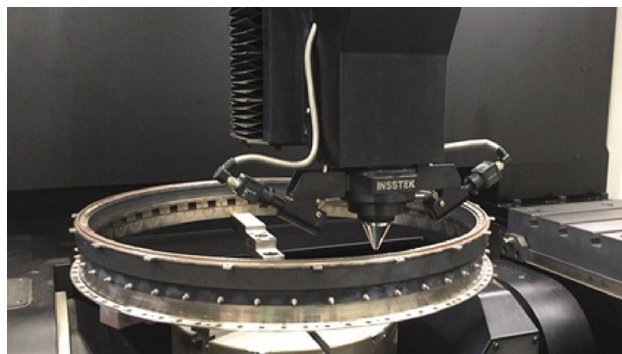


Рисунок 2 – Принтер InssTek MX-400

В результате поверхность металла достигает температуры плавления и образуется локальная зона расплава на поверхности подложки/детали. В образованную зону расплава через сопла, расположенные на насадке SDM-модуля, подается металлический порошок, который плавится и быстро застывает. Модуль SDM перемещается по заданной программе (в зависимости от геометрии изделия), и процесс повторяется. Таким образом, слой за слоем восстанавливается/«выращивается» деталь.

Модуль SDM крепится на несущей пластине внутри корпуса принтера с возможностью перемещения по осям X, Y, Z с точностью позиционирования до 50 мкм и подключается оптоволоконным кабелем со специализированным разъемом к лазерной системе. На пластине также закрепляются питатели объемом 0,6 или 1 л, в которые загружается металлический порошок. Рабочий материал в инертной среде (наиболее часто используется аргон) по каналам подачи подается к соплам, расположенным на насадке модуля SDM. При достижении заданной программой координаты в соответствии с 3D-моделью порошок дозированно подается в зону расплава. В модуле используется система регулировки скорости подачи материала, а камеры (CCD-модуль), расположенные на модуле SDM, позволяют организовать замкнутую систему контроля качества печати в реальном времени: камеры фиксируют количество наплавленного порошка (толщину слоя), таким образом обеспечивая заданную точность изготовления.

На данный момент в качестве альтернативы аддитивному производству в депо имеется так называемое вычитающее производство (фрезерование, точение), базирующееся на совершенно иных принципах обработки. Ключевая разница между данными технологиями заключается в том, что при 3D-печати печатающая головка принтера, под управлением специализированного программного обеспечения, послойно подает материал в трех измерениях, а при обработке, например, станком ЧПУ управляемая фрезерная оснастка, снимает материал с заготовки. Однако есть и общие черты на первом этапе выполнения работы. Дело в том, что проектирование пространственных моделей изделий для 3D-принтеров и станков с ЧПУ зачастую осуществляется при помощи одного и того же программного обеспечения.

Фрезерный станок с ЧПУ позволяет эффективно производить в больших тиражах крупные, тяжелые и высокоточные изделия, которые можно использовать для производства оборудования, машин, двигателей и прочего. Возможно, производить и мелкосерийные партии продукции, но при этом увеличивается себестоимость единицы продукции.

Для 3D-печати стоимость единицы изделия всегда одинакова, независимо от количества, поэтому ее применение для массового производства продукции экономически не целесообразно. Однако здесь имеется возможность быстрого переключения между различными изделиями и адаптация для создания уникальных продуктов.

Фактически применение 3D-принтера имеет смысл при следующих оговорках:

- деталь слишком трудно и затратно изготавливать при помощи традиционных классических методов;
- высокий приоритет скорости производства детали для применения в конструкции производимого (восстанавливаемого) изделия;
- мелкосерийное производство;
- материалы, сложно поддающиеся обработке (например, сплавы некоторых металлов).

Если рассматривать сложную деталь с точки зрения геометрии поверхностей, то тут очевиден выбор 3D-печати, по сравнению с традиционными способами обработки. Дело в том, что ЧПУ имеет ряд ограничений, так как оснастка не может получить доступ ко всем поверхностям, то некоторые изделия достаточно сложно произвести даже на станках ЧПУ 5-осевой обработкой. Для доступа к различным поверхностям необходима переустановка детали в станке, что увеличивает время технологического процесса производства продукции. 3D-печать напротив, имеет достаточно мало ограничений и создана для реализации сложных геометрических форм изделий.

В итоге получаем, что:

- 3D-печать идеально подходит для создания индивидуальных деталей / малых тиражей или сложных форм;
- фрезерные станки с ЧПУ лучше всего подходят для создания сложных высокоточных изделий из готовых материалов с тиражом производства от 100 до 1000 изделий, но требуют большего времени работы.

В некотором роде можно провести параллели между использованием 3D-принтера технологии Directed Energy Deposition для восстановления работоспособности узлов ЭПС с процессами металлизации, сварки. Однако, 3D-печать, в отличие от этих процессов, может не только восстанавливать детали, но и создавать их с нуля.

За рубежом активно идет внедрение аддитивных технологий в сфере железнодорожного транспорта. Безусловно, за аддитивными технологиями будущее, но сейчас они на начальной стадии в локомотивном комплексе. Во многом ограничивают активное применение 3D-печати при ремонте ЭПС стоимость принтеров, которые зачастую достигают десятков миллионов рублей. Отчасти это связано с тем, что большая часть оборудования является импортным, отечественные разработки уступают им числом, за счет чего сохраняются достаточно высокие цены.

Возможно, поспособствует развитию технологий принятая и утвержденная Правительством РФ дорожная карта развития высокотехнологичной области «Технологии новых материалов и веществ». Основой дорожной карты стала поддержка развития четырёх наиболее перспективных технологических трендов, один из которых - аддитивные технологии, причем в числе потенциальных партнеров присутствует ОАО «РЖД».

Уже сейчас в нашей стране есть примеры депо, где внедряют элементы технологии 3D печати. Тихвинский вагоностроительный завод (НПК ОВК) с помощью 3D-принтера (по технологии SLA) выпускает элементы литейной модельной оснастки, служащей для

получения при формовке отпечатка в песчаной огнеупорной смеси под последующую заливку металла. Применение новой технологии позволило сократить время выпуска крупных (длиной до 3 м) элементов оснастки сложной конфигурации всего до одной недели с последующим незамедлительным началом производства опытных отливок. Компания «Промтрактор-Вагон» начал применять технологию печати деталей для тележки «33» и проработки алгоритмов сборки и проверки на собираемость инновационной вагонной тележки. Трехмерная печать полностью окупается за счет высокой скорости изготовления прототипов, а также за счет возможности оперативного изменения параметров модели, что позволяет сократить материальные издержки, а также сократить длительность выполнения рабочего проекта изделия в целом. Из более крупных проектов следует отметить группу компаний «Трансмашхолдинг», которые создали у себя подразделение «2050.АТ», занимающееся печатью деталей для различных депо по технологии FDM. Также совместно с партнерами и после опробования технологии на открыты на территории депо «Подмосковная» (Москва) и депо «Металлострой» (Санкт-Петербург) лаборатории промышленной железнодорожной 3D-печати, где выполняется мелкосерийное производство деталей. Данные примеры внедрения доказывают, что применения аддитивных технологий в депо – достижимая задача, которую нужно выполнять на базе опыта передовых предприятий.

Поэтому, для использования аддитивных технологий на базе депо необходимо создать перечень элементов, которые возможно заменить (восстановить) при помощи 3D-печати. Выстраивание и ранжирование указанного перечня, необходимо вести по критериальному принципу. С точки зрения основных факторов определяющих возможность внесения детали в данный список могут выступать следующие:

- стоимость замены новым изделием, либо трудоемкость восстановления (с учетом сложности геометрии форм) элемента;
- частота отказов оборудования по данным из отчетов по неплановым ремонтам и сообщениям центров мониторинга [3, 4];
- режим работы и интенсивность нагружения, особенно при организации тяжеловесного движения [5, 6];
- критерий возможных экономических потерь, связанный с риском отказа резервируемого оборудования [7].

Следуя приведенным методам отбора перечня узлов ЭПС для восстановления при помощи 3D печати, можно сделать вывод, что к таким узлам следует отнести механические узлы и элементы силового электрооборудования, отдельные детали тяговых и вспомогательных электрических машин, вспомогательного оборудования, составные части рессорного подвешивания и экипажной части, элементы внутренней обшивки кабины. Определяясь с технологией восстановления, необходимо предусмотреть, что бы группы изделий из различных конструктивных систем ЭПС, были соотнесены с тем или иным способом послойного нанесения материала, с целью покупки соответствующего профильного технологического оборудования для оптимизации цикла восстановлений деталей.

Также необходимо отметить, что необходимо экономическое обоснование целесообразности аддитивной печати по различным группам оборудования, с целью минимизации издержек ремонтного цикла ЭПС.

#### Список использованных источников

1. Кондрашин А.А. Аддитивные технологии для формирования объемных металлических структур / А.А. Кондрашин, А.Н. Лямин, В.В. Слепцов // Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. 2019. Т. 11. № 4. С. 5-12.
2. Sakhvadze G. Zh. Finite Element Simulation of Hybrid Additive Technology Using Laser Shock Processing / G. Zh. Sakhvadze // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2023. Vol. 52, No. 2. P. 170-177.

3. Тычков А.С. Влияние местных условий эксплуатации на определение лимитирующих элементов локомотива / А.С. Тычков, А.В. Курунов, А.А. Булатов // Актуальные проблемы развития транспортных систем Российской Федерации: сборник научных трудов с международным участием; отв. редактор В.Л. Григорьев. Часть 1. Самара: СамГАПС, 2004. С. 72-75.
4. Андрончев И.К. Определение технического состояния электропоезда и его коррекция / И.К. Андрончев, А.С. Тычков, В.В. Большаков, С.С. Пидченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2010. № 3(39). С. 42-45
5. Шепелин П.В. Развитие тяжеловесного движения на поволжском полигоне / П. В. Шепелин, В.А. Силаев, Н. А. Ефимов, А. С. Тычков // Локомотивы. Газомоторное топливо (Проблемы. Решения. Перспективы): материалы I Международной научно-практической конференции, Самара, 29 июня 2016 г. Самара: СамГУПС, 2016. С. 83-86.
6. Силаев В.А. Особенности и перспективы тяжеловесного движения в волжском регионе / В.А. Силаев, Н.А. Ефимов, А.С. Тычков // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: материалы III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 10–11 ноября 2016 года. Омск: ОмГУПС, 2016. С. 174-182.
7. Капранов Н.Н. Определение влияния технико-экономических факторов на уменьшение затрат, связанных с техническим содержанием электроподвижного состава / Н.Н. Капранов, А.А. Булатов, А.С. Тычков // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2004. № 1. С. 43-44.

### THE POSSIBILITIES OF USING 3D PRINTING FOR THE RESTORATION OF ELECTRIC ROLLING STOCK EQUIPMENT

*The article considers the issue of choosing the optimal 3D printing technology for the restoration of electric rolling stock elements, analyzes the experience of implementation in various industries and forms criteria for compiling a list of parts for additive manufacturing.*

**Keywords:** *analysis, technology, 3D printing, restoration, criteria.*

УДК 654.1

### ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОСВЯЗЬ СТАНДАРТА DIGITAL MOBILE RADIO (DMR)

*Харчикова С.Г., Баев А.И.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описывается применение в поездной радиосвязи технологии стандарта Digital Mobile Radio (DMR) для организации постоянно-действующей радиосвязи и дальнейшего инновационного развития железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** *цифровая технологическая радиосвязь, Digital Mobile Radio, радиопокрытие, поездная радиосвязь, служебные переговоры, диапазон радиочастот, репитер модульный универсальный.*

Все участки железных дорог оборудуются поездной радиосвязью, которая должна обеспечивать надежную двустороннюю связь машинистов поездных локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состава с поездным диспетчером в пределах всего диспетчерского участка и т.д. [1]

Важный элемент обеспечения безопасности движения поездов – это организация постоянно действующей радиосвязи любого из партнёров принимающего участие в процессе железнодорожных перевозок. О развивающемся технологическом направлении в данной сфере – цифровой технологической радиосвязи стандарта Digital Mobile Radio (DMR), и его последних разработках нынешнего времени – описывается в данной статье.

При существенном изменившемся за недавние годы качестве, а также надежности имеющейся аналоговой поездной радиосвязи работающей в диапазонах 2 и 160 МГц потребность её перевода на более современные цифровые стандартизированные модели

разработок несомненно необходимы. Надобность преобразования побуждает ряд противопоказаний существующих систем, не позволяющих обеспечивать введение в действие современных технологий, на железнодорожном транспорте, в области радиосвязи.

Из них можно выделить:

- занижение уровня зоны радиопокрытия;
- плохое качество радиосвязи за счёт предельного уровня электромагнитных помех от подвижного состава;
- отсутствие возможности реализации индивидуальных и чрезвычайных вызовов;
- отсутствие определения абонентов;
- пониженная защита информации за счёт возможности проникновения неопределённого радиосредства.

Для участков насыщенного движения поездов в качестве замены аналоговым системам ПРС в ОАО «РЖД» используется стандарт глобальной системы мобильной связи – Global System for Mobile – Railway (GSM-R), созданной для нужд железнодорожного транспорта, отвечающая современным требованиям. Для определённых участков железных дорог использование стандарта GSM-R не экономически выгодно. Были проведены исследования в качестве использования данного стандарта на предмет уязвимостей и взлома, а также стойкости в рабочем процессе транспорта. В ходе исследований были выявлены недочёты, которые не дали определённых гарантий из-за существующих уязвимостей. В качестве аналогии и резерва данного стандарта был выдвинут новый стандарт под названием – Digital Mobile Radio (DMR).

Digital Mobile Radio – это стандарт технические параметры которого изложены документами European Telecommunications Standards Institute (ETSI - Европейский институт телекоммуникационных стандартов), Министерства связи и массовых коммуникаций РФ. Структура создания системы, согласно требованиям стандартизированных документов, должна содержать применение техники от разных производителей, а так же иметь функциональную совместимость, что в итоге понижает стоимость построения системы связи. Испытания, проведенные на тестовом участке ОАО "РЖД", показали, что применение технологической цифровой радиосвязи стандарта DMR приводит к более эффективному использованию выделенного ОАО "РЖД" частотного ресурса в метровом (160 МГц) диапазоне радиочастот по два работающих на каждой паре частот с шагом сетки 12,5 кГц. Так же показано значительное улучшение качества передачи голоса на радиостанции, установленные в локомотиве, в условиях высоких уровней акустических шумов и электромагнитных помех; имеется возможность применения новых приложений на базе технических средств системы; по сравнению со стандартами TETRA и GSM-R не высокая цена по реализации и внедрению [2].

Стандарт DMR, в качестве системы поездной радиосвязи удовлетворяет функциональным требованиям по организации связи машинистов с другими видами подвижного состава, по существующим алгоритмам, согласно ПТЭ (Правила технической эксплуатации) железных дорог. Данный стандарт имеет такие технологические возможности как:

- возможность реализовывать групповые и индивидуальные вызовы и их взаимодействие между собой;
- при следовании локомотива между зонами радиопокрытия, различных стационарных радиостанций, стандарт позволяет переключать в автоматическом режиме радиоканалы без перерыва связи;
- реализация радиосвязи ДСП (дежурного по станции) в радиусе зоны покрытия как одной, так и множества стационарных радиостанций;

- формирование чрезвычайно-аварийных вызовов, с выведением сообщения на пульт диспетчера;

-оперативный сбор участников поездной работы, а именно ДНЦ, ДСП и ТЧМ поездов в общую конференцсвязь.

Систематически стандарт DMR может реализовывать сеть поездной радиотелефонной связи и передавать данные в целях создания каналов передачи информации для систематического управления движения поездов. В самой популярной вариации на множестве станций должно предусматриваться не меньше чем два радиоканала поездной радиосвязи для ведения служебных переговоров ДНЦ и ДСП с ТЧМ двух разных поездов, и так же должно быть организовано до шести служебных каналов связи для передачи информации с оборудованием, находящееся в локомотиве.

Для такой передачи информации будут использоваться навигационные системы и устройства GPS/ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) для контролирования местоположения поезда и его скорости.

В данном стандарте передача данных между локомотивом и диспетчерским центром происходит в режиме коммутации каналов, скорость передачи которых достигает 2,2 кбит/с.

Завод-изготовитель «Пульсар Телеком» на базе стандарта Digital Mobile Radio и необходимых нужд ОАО «РЖД» разработал систему ЦСТР Dtran Pulsar (цифровая система технологической радиосвязи), которая функционирует в частотном диапазоне 160 МГц.

Данная система обеспечивает надежную защиту каналов связи; организывает групповые, индивидуальные, аварийные вызовы с возможностью выбора приоритета; позволяет отображать на пульте диспетчера информацию о геолокации поезда и его скорости движения. Так же данная система позволяет унифицировать процесс регламентации служебных переговоров, снижая нагрузку абонентов в радиоканале. Система позволяет выполнять такие функции как: архивация и прослушивание переговоров в процессе реального времени; умеет распознавать и блокировать чужих абонентов с неизвестных радиосредств. В системе ЦСТР существует увязка с системой мониторинга ЕСМА (единая система мониторинга и администрирования).

Система ЦСТР состоит из основных станций, диспетчерских терминалов, пультов управления, локомотивных и носимых радиостанций, антенно-фидерной коммуникации и управляющий элемент системой (рисунок 1).

Основная станция – это репитер модульный универсальный (РМУ-4). Его главная особенность в том, что он может функционировать как в качестве стационарной радиостанции, с возможностью организовать подключение с дежурными, так и работать в качестве ретранслятора. Репитер способен организовывать одновременно работу до трёх и четырёх каналов, в реальном времени. Чтобы увеличить число работающих каналов в одно время, используют метод объединения каскадного типа.



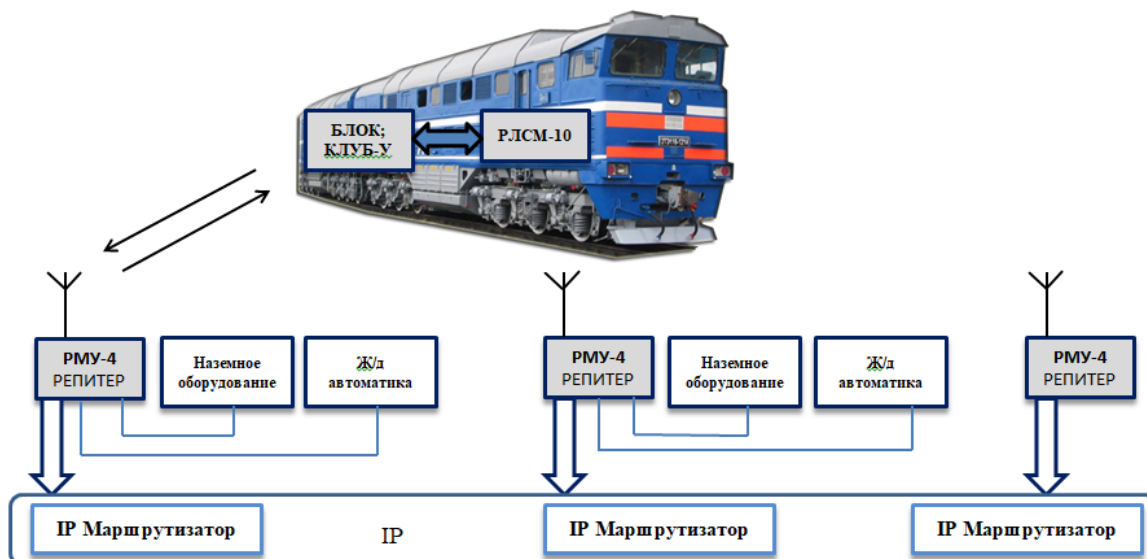


Рисунок 1 – Схема организации цифровой системы технологической радиосвязи

Для ДСП (дежурный по станции) используются пульта ПДС и ПДС/И. Отличаются они тем, что пульт ПДС работает от линейного интерфейса  $U_{k0}$ , а пульт ПДС/И от интерфейса Ethernet. К одному модульному репитеру возможно подключить до трёх пультов ПДС/И.

Подключение рекомендуется организовывать на расстоянии до 100 метров. В случае если требуется организовать подключение множества пультов ПДС/И, то подключение будет организовываться при непосредственном участии коммутатора IP. Пульта ПДС используются если необходимо организовать подключение к системе на дальнем расстоянии (до 25 километров), и при необходимости к коммутатору можно подключить до 8 пультов. В качестве диспетчерского терминала используется ПДСУ (пульт диспетчерский с сенсорным управлением), подключаемый к сети IP через Ethernet интерфейс.

Главной особенностью системы ЦСТР является, то, что она имеет распределённую децентрализованную структуру, которая гарантирует наивысшую надёжность при разных отказах элементов из которые построена система.

Стандарт Digital Mobile Radio организывает настоящие условия для развития цифровых сетей поездной радиосвязи на железнодорожном транспорте.

#### Список использованных источников

1. Горелов Г.В. Системы связи с подвижными объектами: учебное пособие / Г.В. Горелов, Д.Н. Роевков, Ю.В. Юркин. Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 335 с.
2. Шалягин Д.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном. В трех частях. Часть 3.: учебное пособие / Д.В. Шалягин, А.А. Волков, В.А. Кузюков, М.С. Морозов. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2020. 240 с.

### DIGITAL TECHNOLOGICAL RADIO COMMUNICATION STANDARD DIGITAL MOBILE RADIO (DMR)

*This article describes the application of Digital Mobile Radio (DMR) standard technology in train radio communication for the organization of permanent radio communication and further innovative development of railway transport.*

**Keywords:** оперативно-технологическая связь (OTS), OTS-IP-сеть, IP-телефония, коммутатор, маршрутизатор, иллюз.

УДК 654.1

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПУЛЬТА ДИСПЕТЧЕРА (ПДСУ-М ПОКОЛЕНИЕ 2) В СТАНДАРТЕ DMR

*Харчикова С.Г., Баев А.И.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описывается применение в поездной радиосвязи диспетчерского пульта радиосвязи нового поколения, для организации постоянно действующей радиосвязи и дальнейшего инновационного развития железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** *цифровая технологическая радиосвязь, стандарт DMR, единая система мониторинга и администрирования ЕСМА, поездная радиосвязь, вызывной посыл, поездной диспетчер ДНЦ.*

Все участки железных дорог оборудуются поездной радиосвязью, которая должна обеспечивать надежную двустороннюю связь машинистов поездных локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состава с поездным диспетчером в пределах всего диспетчерского участка и т.д. [1]

Один из основных элементов обеспечения безопасности движения поездов – это организация постоянно действующей радиосвязи в процессе организации железнодорожных перевозок. Одним из самых развивающимся направлений в сфере цифровой технологической радиосвязи является стандарт DMR, который в будущем будет только развиваться и совершенствоваться.

В данной статье описывается применение и эксплуатация пульта диспетчера сенсорного управления нового поколения, который используется в диспетчерском центре управления перевозками (ДЦУП).

Сеть связи, которая строится по стандарту DMR (DtranPulsar) выполняет такие важные функции как:

- обмен данными между абонентами находящимися в одной сети связи в исполнении функции передачи голоса;
- возможность реализовывать групповые и индивидуальные вызовы и их взаимодействие между собой;
- хорошее качество радиосвязи в условиях помех;
- передача SMS-сообщений;
- передачу геолокации от мобильных радиостанций; обеспечивает информационную безопасность от воздействий несанкционированных попыток проникновения в радиочастотную зону устройства; архивирование и прослушивание в сети переговоров;
- увязка с системой мониторинга ЕСМА (единая система мониторинга и администрирования);
- увязка с оборудованием сторонних производителей в рамках стандарта Digital Mobile Radio;
- поэтапный переход с аналоговых сетей радиосвязи на цифровые сети;
- увязка с другими видами связи, в том числе и проводными.

В диспетчерских центрах управления движения поездов для организации связи поездных диспетчеров (ДНЦ) с машинистами (ТЧМ) используются пульта ПДСУ или ПДСУ-М (исполнение 2) с цветным экраном (рисунок 1).

Пульт ПДСУ-М используется для установления связи с машинистами, по таким стандартам как Global System for Mobile – Railway (GSM-R) и Digital Mobile Radio (DMR). Данное устройство соответствует первому классу надёжности в соответствии с

государственным стандартом Р 50840. Пульт функционирует при температуре окружающего воздуха от +5°С до +40 °С и относительной влажности воздуха до 80%.

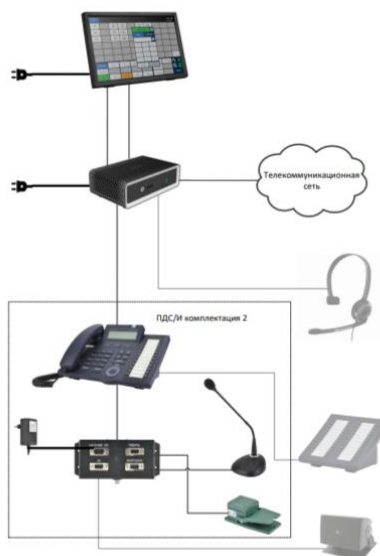


Рисунок 1 – Организация связи через пульт ПДСУ

Пульт диспетчера ПДСУ-М (исполнение 2) предназначен для обеспечения передачи и приёма вызовов, разговоров с абонентами диспетчерских кругов и телефонных абонентов в сети технологической поездной радиосвязи, которая строится из базовых универсальных станций РМУ-4 и сервера СЦР-01.

Через данное устройство вызовы абонентов осуществляются через телефонный номер, или определённому идентификатору абонента, или поSIP-номеру. Вызовы абонентов поездных диспетчерских кругов осуществляется по определённому идентификатору абонента, находящегося в круге, или по специализированному функциональному номеру. Абоненты, которые находятся в сети DMR вызываются по определённому DMR номеру.

Чтобы вызвать абонента достаточно нажать на кнопку, находящуюся на сенсорном экране панели. На самой панели сенсора вызывные кнопки абонентов располагаются на разных вкладках. Для того чтобы осуществить переключение достаточно нажать на заголовок нужной вкладки. На сенсоре так же указаны кнопки, которые невозможно вызвать – это кнопки радиостанций отсутствующих в сети [2].

В комплектацию ПДСУ-М (исполнение 2) входит аппарат телефонного вида ПДС/И-У, через который можно осуществить вызывной посыл, не воспользовавшись сенсорным экраном, то есть он полностью дублирует сенсорное управление. Так же в комплектацию устройства входит основной блок управления системой, называемый неттопом, приставка ПРК-4, блок питания для ножной педали и микрофона.

Когда абонент, находящийся в сети DMR, вызывает ДНЦ, то на ПДСУ-М как на сенсорной панели, так и на ПДС/И-У мигает клавиша, которая осуществляет вызов, и сопровождается сигнал. Чтобы соединение установилось нужно осуществить нажатием на кнопку сенсора вызова абонента. Переговоры будут слышны через динамик громкой связи ПДС/И-У или так же можно воспользоваться микротелефонной трубкой с кнопкой включения микрофона.

На данном устройстве существует регуляция громкости и тембра динамической громкой связи, динамика микротелефонной трубки ПДС/И-У. Пульт умеет автоматически регулировать громкость сигнала, который поступает при вызове поездного диспетчера.

Техническое состояние устройства контролируется в 2-х режимах, называемые – дистанционный и локальный. В локальном режиме контроль будет осуществляться путём

вывода информации на сенсорную панель. Дистанционный режим позволяет осуществлять контроль при помощи вспомогательного программного обеспечения, называемый АРМ Regas-клиент (автоматизированное рабочее место). Так же через АРМ Regas-клиент производится настройка всего устройства ПДСУ-М (исполнение 2).

Устройство ПДСУ-М (исполнение 2) в совершенстве прошел все испытания, и надёжно эксплуатируется в оперативно-технологическом процессе организации железнодорожных перевозок.

#### Список использованных источников

1. Горелов Г.В. Системы связи с подвижными объектами: учебное пособие / Г.В. Горелов, Д.Н. Роенков, Ю.В. Юркин. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. 335 с.

2. Шалягин Д.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном. В трех частях. Часть 3.: учебное пособие / Д.В. Шалягин, А.А. Волков, В.А. Кузюков, М.С. Морозов. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2020. 240 с.

### OPERATION OF THE DISPATCHER CONSOLE (PDSU-M GENERATION 2) IN THE DMR STANDARD

*This article describes the use of a new generation radio control panel in train radio communication, for the organization of permanent radio communication and further innovative development of railway transport.*

**Keywords:** *digital technological radio communication, DMR standard, unified ECMA monitoring and administration system, train radio communication, call message, train dispatcher DNC.*

УДК 654.1

### ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОАО «РЖД»

*Харчикова С.Г., Джуманьязова Г.И.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются волоконно-оптические телекоммуникационные технологии для инновационного развития железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** *волоконно-оптическая технология, волоконный световод, инфраструктурный объект, кабель-сенсор, железнодорожная инфраструктура, программное обеспечение.*

Волоконная оптика – одна из самых молодых и быстроразвивающихся отраслей современной промышленности, возникшая в начале 1970-х годов. С тех пор было проложено более 2млрд. км волоконно-оптических проводников. Российские железные дороги начали использовать волоконно-оптические технологии в середине 1990-х годов. Первая волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) «Тайшет-Гидростроитель» протяженностью 400 км (коммерческий проект ВОЛС «Москва-Санкт-Петербург» был реализован ранее) и ЗАО «Компания ТрансТелеком». Построена магистральная линия Москва-Новороссийск-Адлер ЗАО «Транстелеком». В этих случаях в качестве среды передачи информации используется волоконная оптика (ВОЛС). Вместе с тем было установлено, что волоконная оптика может выступать в качестве источника информации о прокладываемых объектах [1].

Известны три физических эффекта, которые могут быть переведены в изменения оптического сигнала воздействия на БК. Используя эффект Рамана, можно измерить только температурный эффект, а эффекты Мандельштама-Бриллюэна и Рэля позволяют регистрировать отклик на температурный и механический (деформационный) эффекты [1].

Один из вариантов размещения системы мониторинга инфраструктурного объекта представлен на рисунке 1. Основные компоненты системы – анализатор и кабель-сенсор.

В работе используются два типа анализаторов. Для технологии, основанной на эффекте Мандельштама-Бриллюэна, используется анализатор швейцарской компании Omnisense. Этот анализатор имеет оптический коммутатор на 20 выходов и может охватывать сеть объектов длиной 1400 км по системе «звезда». С помощью оптических усилителей дальность действия анализатора может быть увеличена до 300 км в каждую сторону. Технология, основанная на эффекте Рэля, использует анализатор собственной разработки, который может быть оснащен оптическим коммутатором. На практике это распределенный координатно-чувствительный волоконный микрофон дальнего действия. Дальность действия составляет 40 км в одну сторону. Анализатор был установлен у заказчика после проведения полного комплекса испытаний, включая работу на полигоне.

Вторым важным компонентом системы является специально разработанный кабельный датчик. Если для обнаружения температурных аномалий в работе объекта (и в системах, основанных на эффекте Рэля) можно использовать обычные кабели связи, то для обнаружения деформационных отклонений в объекте требуются специальные кабельные датчики с особыми оптико-физическими и частотными характеристиками. [2]



Рисунок 1 – Полный цикл производства интегрированных систем мониторинга

Налажено собственное производство сенсорных кабелей и выпущено несколько типов изделий, в том числе для объектов, к которым крепятся сенсорные кабели (например, трубы и опорные конструкции мостов), и для подземной прокладки. Следует отметить, что при использовании сенсорных кабелей в системах, использующих эффект Рэля, чувствительность значительно выше, чем в системах, использующих кабели связи.

Для реализации системы мониторинга необходимо решить проблему крепления сенсорных кабелей в полевых условиях. Это включает в себя выбор клея, крепежа, технологии прокладки и защиты сенсорного кабеля. Решение конкретных задач заказчика по прокладке сенсорного кабеля осуществляется в лаборатории, где, помимо стандартного оборудования, имеются специальные стенды. Нельзя не упомянуть и о таких важных элементах, как программное обеспечение, используемое для интерпретации данных с анализатора взаимодействия с программным обеспечением заказчика и получения сигналов о нештатных ситуациях.

Работы по мониторингу железнодорожной инфраструктуры начались в 2013 году по решению старшего вице-президента-главного инженера ОАО «РЖД» В.А.Гапановича. После испытаний на Северо-Кавказской и Горьковской железных дорогах система мониторинга была установлена на экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» в Щербинке.

Они исследовали условия управления вертикальным смещением грунтового слоя под нагрузкой для четырех различных типов балластных напряженных путевых конструкций и выбрали оптимальное решение для строительства первой линии скоростного транспорта (строительство ведется уже более 18 месяцев).

По результатам испытаний ОАО «РЖД» получило сертификат на волоконно-оптическую систему сигнализации для объектов инфраструктуры (ВОСС СОИ).

В декабре 2015 года была введена в эксплуатацию первая очередь участка Горьковской железной дороги с системой контроля и оповещения в карстовой зоне на перегоне Сейма-Доскино. Как известно, угрозу безопасности движения поездов представляют оползнеопасные участки. Оползни часто отмечаются на юге нашей страны. В ноябре 2013 г. распределенная система мониторинга, «заточенная» под работу на оползнеопасных участках, по согласованию с руководством ОАО «РЖД» была установлена и успешно прошла эксплуатацию на опытном участке 1204 км ПК 4 ст. Кизитеринка Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД».

Не только карстовые и оползневые «сюрпризы» угрожают железнодорожникам. Более 60% территории Российской Федерации покрыто вечной мерзлотой, поэтому необходимо уделять внимание мониторингу деградации вечной мерзлоты.

В перспективе такие методики окажутся весьма полезными для обеспечения безопасной и стабильной работы около 900 км путей ОАО «Железные дороги Якутии». В настоящее время ведутся работы над созданием решения для децентрализованного контроля температуры и деформаций на путях с помощью VOSSSOI. Все выше сказанное относится к применению эффекта Мандельштама-Бриллюэна, однако устройства, основанные на эффекте Рэлея, могут решать не менее важные задачи. Это управление пропуском поездов на нерегулируемых переездах и в других удаленных или труднодоступных местах, а также регулирование интервала между поездами.

По результатам первых тестовых испытаний на участке железной дороги установлено, что система определяет количество колесных пар, положение и скорость движения поезда. В дальнейшем разработанное программное обеспечение сможет выявлять нестандартные и аварийные ситуации на проходящих поездах и своевременно предупреждать о возможных происшествиях на ранних стадиях неисправности.

Система «Волна-Альфа», которая сегодня установлена на многих объектах, позволяет не только определять несанкционированное воздействие на кабели, но и обнаруживать объекты на подходе к кабелю. Система прошла первый этап испытаний в Министерстве обороны РФ.

Эти инновационные технологии стремительно развиваются во всем мире. В данной статье представлены самые современные решения, а компания ОАО «РЖД» находится в авангарде внедрения новых волоконно-оптических технологий в стране.

Оптоволоконная технология – это, безусловно, перспективная передача данных. Применение оптоволоконных технологий будет обусловлено развитием и повышением спроса в передаче информации. Ожидается, что она будет продолжаться и в будущем, с развитием новых и более передовых коммуникационных технологий.

Тенденции в оптоволоконных технологиях:

- все сети передачи оптические, в таких сетях все сигналы будут обрабатываться в оптической области, без каких-либо электрических манипуляций;
- терабитные сети, общемировая потребность в увеличении пропускной способности привела к появлению интереса к разработке много терабитных сетей;

- интеллектуальная сеть передачи данных. В настоящее время традиционные оптические сети не могут адаптироваться к быстрому росту онлайн-услуг передачи данных из-за непредсказуемого динамического распределения полосы пропускания. Традиционные оптические сети в основном опираются на ручную настройку сетевых соединений, что отнимает много времени и не позволяет полностью адаптироваться к требованиям современных сетей;

- усовершенствования лазерной техники. Другой перспективной тенденцией является расширение существующих полупроводниковых лазеров до более широкого диапазона генерируемых длин волн. Лазеры на коротких длинах волн с очень высокой выходной мощностью представляют интерес для некоторых оптических приложений с высокой плотностью излучения.

Использование новых волоконно-оптических технологий сделало телекоммуникационную отрасль успешным сектором в революционном изменении способов связи людей с миром.

Ожидается, что в ближайшие годы растущий спрос на оптоволоконные технологии будет продолжаться.

#### Список использованных источников

1. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: пер. с англ. / Под ред. П.В. Мамышева. М.: Мир, 2018. 324 с.
2. Ададунов С.Е. Инновационные технологии в управлении перевозочным процессом // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 9. С. 5-7.
3. Гальярди Р.М. Оптическая связь: пер. с англ. / под ред. А.Г. Шереметьева. М.: Связь, 2019. 424 с.

### FIBER-OPTIC TECHNOLOGIES FOR MONITORING INFRASTRUCTURE FACILITIES OF JSC «RUSSIAN RAILWAYS»

*This article describes fiber-optic telecommunication technologies for the innovative development of railway transport.*

**Keywords:** *fiber-optic technology, fiber light guide, infrastructure facility, cable sensor, railway infrastructure, software.*

УДК 654.1

### БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СВЯЗИ

*Хлудеева М.А., Нияскина Е.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются беспроводные телекоммуникационные технологии для инновационного развития железнодорожного транспорта.*

**Ключевые слова:** *сеть технологической радиосвязи, сотовая связь, спутниковая связь, LTE.*

Железнодорожная отрасль заинтересована в использовании преимуществ перспективных систем беспроводной связи в целях повышения качества и безопасности перевозочных услуг. Для раннего выявления предотказных состояний и предотвращения опасных событий, на железнодорожном транспорте, необходимо наличие телекоммуникационных технологий, которые позволят осуществлять диагностику и мониторинг инфраструктуры и подвижного состава в режиме реального времени, а также позволят реализовать беспилотное движение поездов, удаленное видеонаблюдение, непрерывный контроль передвижения и сохранности грузов и прочее. [2]

Развитие цифровой системы технологической радиосвязи должно основываться на волоконно-оптических линиях связи с применением цифровых систем передачи. Это обеспечит единую технологию решения задач автоматизации управления движением поездов и повышения на этой основе безопасности движения, информационного обеспечения всех работников ОАО "Российские Железные Дороги" и других подразделений, связанных с перевозочным процессом. Виды и услуги технологической радиосвязи ОАО "РЖД" приведены на рисунке 1.

Структура построения технологической радиосвязи имеют известные недостатки:

- режим полупостоянного соединения, когда говорит один, а остальные слушают, что приводит к избыточности регламентируемых переговоров на крупных железнодорожных узлах и грузонапряженных участках (информационная перегрузка каналов радиосвязи и персонала);
- отсутствие избирательного вызова;
- отсутствие возможности автоматической идентификации вызывающего или говорящего абонента;
- низкое качество связи;
- высокие затраты на содержание оборудования гектометрового диапазона;
- сложность внедрения на существующих средствах систем удаленного мониторинга и администрирования;
- низкая надежность систем радиосвязи;
- отсутствие каналов передачи данных, отвечающих требованиям систем обеспечения безопасности, управления перевозочным процессом, содержания объектов инфраструктуры и подвижного состава;
- большой физический и моральный износ оборудования радиосвязи;
- слабое развитие антенно-мачтового хозяйства для перехода с 2 МГц на более высокочастотные диапазоны;
- отсутствие у ОАО "РЖД" радиочастотных ресурсов для развития цифровых систем радиосвязи общепринятых железнодорожных стандартов.



Рисунок 1 – Виды и услуги технологической радиосвязи ОАО «РЖД»



Концепцией развития технологической радиосвязи ОАО "РЖД" является ориентация на открытые стандарты, что в свою очередь, обеспечивает совместимость систем и позволит минимизировать затраты на приобретение оборудования.

Беспроводная связь имеет ряд преимуществ:

- отсутствия соединительных проводов и потребности в их обслуживании, что является экономической эффективностью;
- гибкость и удобство (независимости от местоположения абонентов - достаточно находится в зоне покрытия сети);
- множественный доступ.

Схемы множественного доступа используются, чтобы позволить многим мобильным пользователям одновременно использовать ограниченное количество радиоспектра.

Организация множественного доступа:

- FDMA, системы с частотным разделением каналов;
- TDMA, системы с временным разделением;
- CDMA, системы с кодовым разделением;
- SDMA, системы с пространственным разделением.

Существующие беспроводные решения совершенствуются и адаптируются к потребностям развития новых поколений. Напротив, появление принципиально нового и перспективного технологического направления определяет необходимость разработки необычных средств связи с особыми требованиями к мощности, энергосбережению, программному управлению и большей автономности. Так, к примеру, ОАО «РЖД» и сотовый оператор компании «Мегафон» совместно разрабатывают Internet of Things (IoT, технологии интернета вещей), которые позволят оперативно получать и анализировать детальную информацию о работе объектов. В том числе находящихся на большом расстоянии друг от друга. Для российских железных дорог, протяженность которых превышает 85 тысяч километров, они могут быть особенно актуальны.

Переход ОАО «РЖД» на технологии беспроводной связи позволят сократить расходы, повысят эффективность труда и откроют новые перспективы развития в сфере связи.

Увеличение объема перевозок вызывает необходимость увеличения пропускной способности железнодорожных участков. Наиболее экономичным способом решения этой проблемы является сокращение интервала между поездами, увеличение веса и длины поезда, сокращение времени обработки поезда и снижение стоимости грузовых перевозок без дополнительного обустройства путей. Но его реализация возможна только в том случае, если будет внедрена новая система безопасности дорожного движения и информационные технологии. Это требует, в первую очередь, создания надежной, с достаточной пропускной способностью, безопасной подвижной телекоммуникационной среды для связи объектов инфраструктуры с подвижным составом и подвижного состава между собой.

Использование радиочастотных диапазонов, выделенных на вторичной основе, накладывает существенные ограничения на системы управления и безопасности, в первую очередь, из-за отсутствия их защиты от блокирования другими радиоэлектронными средствами и промышленными радиопомехами.

Всё выше сказанное показывает, что отсутствие цифровой сети радиосвязи ограничивает развитие современных технологий организации эксплуатации железных дорог, систем автоматического управления движением и безопасности и, как следствие, сдерживает увеличение пропускной способности железных дорог.

Именно поэтому нужна цифровая беспроводная сеть радиосвязи, отвечающая всем современным требованиям.

Беспроводная связь: радиосвязь, сотовая связь и спутниковая связь.

Преимуществом радиосвязи является:

- возможность организации связи в любом месте;
- оперативность передачи данных;
- возможность передачи информации любому количеству абонентов;
- организация закрытых каналов связи;
- возможность оперативного управления силами и средствами.

Основными недостатками радиосвязи являются:

- зависимость от уровня радиопомех в пункте приёма;
- зависимость от условий прохождения ионосферных волн, особенно на большие расстояния;
- малая пропускная способность и от этого малоканальность;
- возможность перехвата посторонними лицами;
- радиодавление, подверженность воздействию;
- при движении уменьшается дальность действия.

В современное время, вместо привычной радиосвязи, стало возможным применение спутниковой радиосвязи.

Преимущества:

- большая зона покрытия;
- зоны покрытия не зависят от стоимости передачи;
- большая пропускная способность;
- возможность вещания.

Недостатки спутниковой связи:

- дорогой вывод спутников на орбиты;
- возникают трудности во время проведения ремонтных работ;
- перегруженность частот.

Однако стоит отметить, что спутниковая связь применяется во многих сферах жизнедеятельности. Например:

- в исследовании Арктики, так как происходит постоянное движение льдов и очень большие расстояния (нет возможности применения проводных технологий);
- радиосвязь на коротких волнах;
- применение в промышленной сфере. Спутниковая технология незаменима в судоходстве, авиации, разработке шельфовых месторождений, добыче в удаленных от связной инфраструктуры регионах;
- применение в навигации (Глонасс, GPS). Для контроля и возможности ориентировки на местности;
- применение экологической сфере. Трекинг животных, которые были выпущены в дикую природу.

Сотовая связь, на данный момент, более повсеместна в сравнении с другими видами связи и имеет ряд преимуществ:

- мобильность;
- возможность поддерживать связь в любой момент времени;
- удобство, компактность;
- возможность выбирать оператора, отдавая предпочтения выгодным тарифам.

К недостаткам сотовой связи можно отнести:

- воздействие волн на высокоточную аппаратуру, поэтому нужно вблизи нее отключать телефоны (к примеру, в самолетах);
- не во всех регионах и местностях оснащено хорошее покрытие;
- неполная защищенность данных;
- зависимость от сотовых операторов.

При выборе поколения сотовой связи, стоит учесть:

- 2G - с GPRS и EDGE достигается скорость передачи данных до 53,6 Кбит/с и 220 кбит/с;

- 3G - с UMTS стала доступна скорость передачи данных уже до 384 Кбит/с. 3G - все еще самое популярное поколение стандартов мобильной связи;
- 3.5G - стандарт 3G продолжал непрерывно совершенствоваться, из-за чего появлялись HSDPA, HSDPA+, HSPA и HSPA+ (здесь достигались скорости уже до 42 Мбит/с);
- 4G или LTE - максимальная скорость передачи данных с этой технологией составляет 100 Мбит/с;
- 4.5G или LTE Advanced – достигает скорости до 1 Гбит/с;
- 5G - скорости от 10 до 20 Гбит/с, но пока пятое поколение находится на этапе тестирования.

Более быструю и качественную мобильную связь, по сравнению с аналогичными, обеспечивает стандарт LTE. Возможно, именно поэтому было решено использовать сеть LTE для улучшения радиосвязи на станции Инская Западно-Сибирской железной дороги [1].

Применение системы LTE как телекоммуникационной среды для стационарной работы даст возможность существенно продвинуться в решении задач повышения безопасности управления перевозочным процессом.

#### Список использованных источников

1. Корчагин И.Ю. Модернизация радиосвязи с применением технологии LTE // Автоматика, связь, информатика, 2021. №3. С. 32-34.
2. Плеханов П.А. Проблема формирования требований к качеству и безопасности перевозочных услуг железнодорожного транспорта // Экономика железных дорог. 2015. № 10. С. 20-27.

### WIRELESS TECHNOLOGIES IN RAILWAY COMMUNICATION

*This article describes wireless telecommunication technologies for the innovative development of railway transport.*

**Keywords:** *technological radio communication network, cellular communication, satellite communication, LTE.*

УДК 654.1

### РАДИОСВЯЗЬ СТАНДАРТА LTE НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Хлудеева М.А., Нияскина Е.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описывается беспроводная телекоммуникационная технология стандарта LTE для инновационного развития транспортной связи ОАО «РЖД».*

**Ключевые слова:** *сеть технологической радиосвязи, сотовая связь, LTE, зоны радиопокрытия.*

Реализация проекта беспроводной связи LTE позволяет предоставлять пользователям новейшие цифровые услуги с учетом новых информационных и управляющих технологий, а технические возможности нового абонентского оборудования могут быть использованы для значительного повышения надежности оборудования связи. Кроме того, эта технология позволяет использовать функции, которые были недоступны в аналоговой радиосвязи. К таким функциям относятся:

- контроль положения локомотива и рабочих, а также траектории движения на мониторе, установленном на рабочем месте станционной бригады и машиниста, встроенный в абонентское устройство приемник GPS/ГЛОНАСС;

- звуковое оповещение дежурного по станции, оператора по заданным событиям (низкий заряд аккумулятора, недоступность абонентского устройства, выход из зоны покрытия, отклонение от маршрута);

- контроль положения тела абонента с заданным интервалом неподвижности и выдачей сигнала тревоги оператору (повышение уровня безопасности работников при возникновении экстремальных ситуаций);

- идентификация абонентов, выходящих на связь;

- блокировка несанкционированных абонентов;

- выдача на локомотив команд экстренного торможения при закреплении состава команд принудительной остановке поезда в случае нарушений условий безопасности при маневрировании, а также информирование машиниста о наличии ограничений на станции в автоматическом режиме [1].

В настоящее время рабочий диапазон частот составляет от 450 до 1800 МГц, а также от 2,16 до 2,7 ГГц. Ширина полосы радиоканала – от 1,4 до 20 МГц. Ёмкость ячейки (кол-во абонентов): при полосе до 5 МГц - более 200, при полосе более 5 МГц - до 400 пользователей. Длительность задержки - 5 мс. Спектральная эффективность - 5 бит/с/Гц.

В процессе планирования радиосети LTE существует много отличий от процесса планирования других технологий радиодоступа. Основным отличием является использование нового типа мультистанционного доступа, основанного на технологии OFDMA, в связи с чем появились новые концепции и изменился алгоритм проектирования. Планирование радиосети включает в себя:

- формирование максимальной площади покрытия;

- организация оперативно-технологических видов связи.

Планирование радиосети LTE для городской местности, а это значит, что плотность абонентов будет высока, а базовые станции должны устанавливаться на максимальном удалении друг от друга с целью закрыть собой как можно большую территорию. В связи с этим нужно подобрать соответствующий частотный диапазон. В данном случае нужно руководствоваться правилом, что чем ниже частота, тем дальше распространение радиосигнала. Частотный диапазон 1805 – 1880 МГц вполне подойдет для выполнения этой задачи. Тип дуплекса выбирается частотный – FDD.

Анализ зон радиопокрытия начинают с определения максимально допустимых потерь на линии (МДП), т.е. разности между эквивалентной изотропной излучаемой мощностью передатчика (ЭИИМ) и минимально необходимой мощностью сигнала на входе приемника сопряженной стороны, при которой с учетом всех потерь в канале связи обеспечивается нормальная демодуляция сигнала в приемнике (рисунок 1).

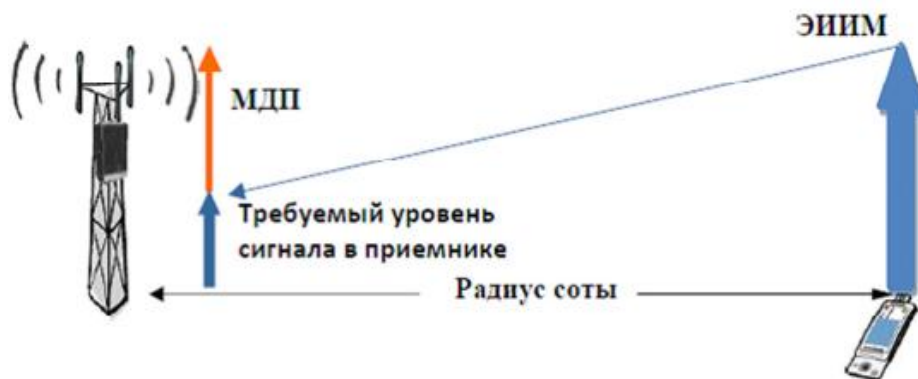


Рисунок 1 – Принцип расчета МДП

Для того, чтобы обеспечить связь в помещении, необходимо добавить в энергетический бюджет запас на проникновение радиоволн в помещение MInd. Для диапазона 1800 МГц могут использоваться следующие типовые значения запаса на проникновение:

- 19 дБ в условиях плотной городской застройки;
- 14 дБ в условиях средней городской застройки;
- 9 дБ в условиях редкой застройки (в пригороде);
- 5 дБ в сельской местности (на открытой местности в автомобиле).

Поскольку зоны радиопокрытия соседних сот, как правило, перекрываются, то при возникновении глубоких замираний в обслуживающей соте АС может осуществить хэндовер в соту с лучшими характеристиками приема. Этот эффект можно интерпретировать как выигрыш от хэндовера GHO. Из двух значений МДП выбирают минимальное, а затем производят расчет радиуса соты. Ограничивающей линией по дальности связи, как правило, является линия вверх. Для расчета дальности связи в данном случае используется модель распространения радиоволн COST231-Hata, высота подвеса антенн БС принята равной 25 м.

Для организации беспроводной связи стандарта LTE, необходимо организовать канал передачи данных между базовыми станциями (БС) и центром коммутации мобильной связи (ЦКМС). Для этого необходимо установить оборудование:

- центра коммутации мобильной связи (MME, HSS, S-GW, P-GW);
- базовых станций;
- антенных устройств (вместе с усилителями передаваемого сигнала) и организовать канал передачи данных между базовыми станциями и центром коммутации.

В центре коммутации связи устанавливаются (рисунок 2):

- шлюзы: пакетный P-GW и обслуживающий S-GW;
- коммутатор MME;
- сервер абонентских данных HSS.

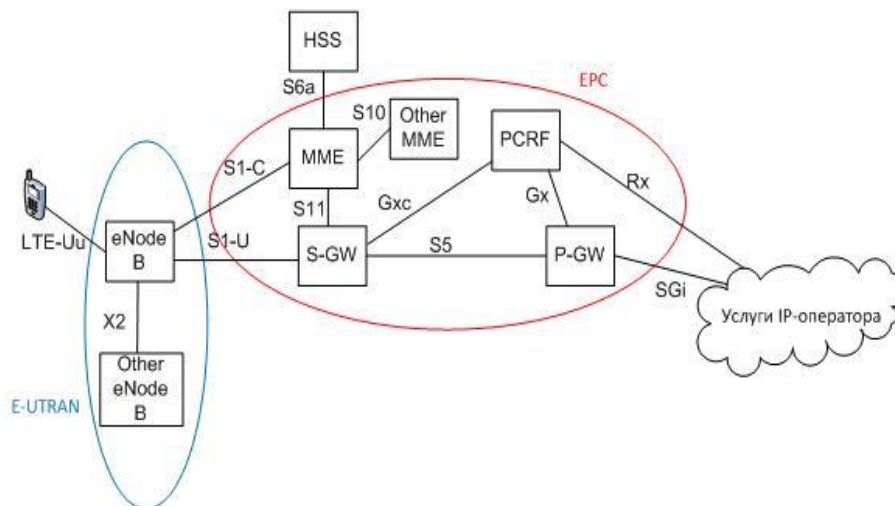


Рисунок 2 – Архитектура сети LTE

Связь базовых станций с центром коммутации мобильной связи можно организовать несколькими способами, с помощью:

- радиорелейных линий РРЛ;
- волоконно-оптических линий связи ВОЛС;
- спутниковых каналов.

Способ организации связи с помощью РРЛ является самым распространенным в сотовой связи. Он характеризуется быстротой передачи данных (скорость может достигать

свыше чем 1 Гб/сек) и относительно не дорогой способ организации широкополосного доступа. Чтобы создать радиорелейный канал связи, необходимо установить по 2 антенны на обоих концах. После установки и корректировки желаемых параметров частоты и скорости (когда обе антенны смотрят друг на друга) уже можно передавать данные. Недостатки такого способа — это то, что существует высокая вероятность перегрузки транспортной линии. ВОЛС даёт значительно большую скорость передачи данных (десятки, сотни Гб/сек) и является более дорогим способом организации связи чем РЛЛ. Именно с помощью ВОЛС организуются магистральные и региональные транспортные сети сотовых операторов. Всё больше конечных станций подключаются при помощи оптоволокна, так как это самый надёжный и высокоскоростной вид связи на сегодняшний момент.

В госкорпорации «Ростех» разработана базовая станция четвертого поколения R45F, она работает в стандартах LTE и LTE Advanced. Наибольшие перспективы в госкорпорации видят в базовых станциях для диапазона 1800 МГц.

Используя систему LTE в качестве коммуникационной среды для работы станции, можно добиться значительного прогресса в решении проблемы повышения безопасности управления транспортным процессом. К таким задачам относятся: обеспечение передачи команд управления; организация видеонаблюдения на всех критических участках станции; внедрение технического зрения в станционную работу (решение проблемы движения вагонами вперед); передача видеоинформации машинисту и из кабины машиниста; организация каналов для систем мониторинга; оповещение в экстренных ситуациях.

На данный момент реализуется проект модернизации радиосвязи на станции Инская. Он реализуется в три этапа. На первом осуществляется монтаж и пусконаладка оборудования центра коммутации (узлов пакетного ядра EPC, HSS/PCRF, MСХ, управления NSP) и базовых станций БС стандарта LTE, включая выносной радиомодуль ВРМ. Причем в первую очередь БС разворачивают на площадках стационарного размещения с монтажом антенно-фидерных устройств на крышах зданий. Также поставляется абонентское оборудование: локомотивные радиостанции, радиопульты для работы ДНЦ и ДСП, носимые терминалы [2].

#### Список использованных источников

1. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 204 с.
2. Корчагин И.Ю. Модернизация радиосвязи с применением технологии LTE //Автоматика, связь, информатика. 2021. №3. С. 32-34.

### LTE RADIO COMMUNICATION ON RAILWAY TRANSPORT

*This article describes the wireless telecommunication technology of the LTE standard for the innovative development of transport communications of JSC "Russian Railways".*

**Keywords:** *technological radio communication network, cellular communication, LTE, radio coverage areas.*

УДК 654.1

### IP-ТЕЛЕФОНИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ СВЯЗИ

*Хлудеева М.А., Шестаков Е.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

В данной статье описывается построение сети ОТС-IP с функций пакетной коммутации для инновационного развития транспортной связи ОАО «РЖД».

**Ключевые слова:** оперативно-технологическая связь (ОТС), сеть ОТС-IP, IP-телефония, коммутатор, маршрутизатор, шлюз.

IP-телефония позволяет передавать данные в режиме реального времени с определенным качеством передачи. Передача осуществляется по IP-протоколу, который предполагает обмен мультимедийными сообщениями и служебной информацией.

Сервер IP-технологий имеет общий алгоритм действий, который устанавливает связь с любым телефонным номером и подключается к телефонной линии общего пользования. Они подключены к общему Интернету, могут подключаться к абонентам по всему миру и имеют стандартный телефонный сигнал как в аналоговом, так и в цифровом режимах. [1]

Аналоговая секция абонентской станции, подключенная к узловой станции по технологии IP, подключается с помощью шлюза и преобразуется в первичный цифровой поток или аналоговый сигнальный канал (рисунок 1).

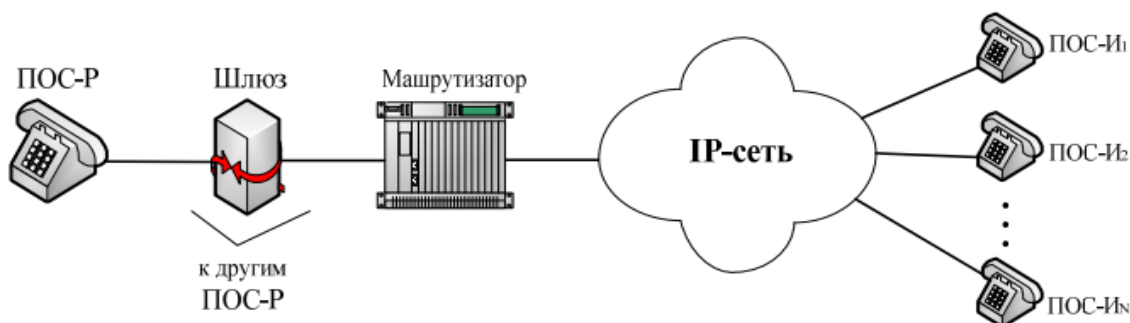


Рисунок 1 – Структурная схема оперативно-технологической связи с использованием IP-телефонии

Структура сети ОТС-IP состоит из транспортной сети построенной по IP-технологии (рисунок 2).

Сеть ОТС-IP состоит из следующих компонентов:

- мультисервисный железнодорожный коммутатор МЖК. Это комплекс программного и аппаратного обеспечения, выполняющий функции SIP-прокси, предназначенный для регистратора, функций IP-АТС и маршрутизации вызовов, и может использоваться для диспетчерской связи;

- шлюз сопряжения ШС. Осуществляет функции сопряжения телефонных сетей с различными типами интерфейсов с сетью передачи данных на основе технологии VoIP. В ШС могут включаться:

- линии перегонной ПГС;
- межстанционной связи МЖС;
- радиостанции поездной;
- парковой радиосвязи;
- различное аналоговое оборудование связи и совещаний.

- мультисервисный абонентский концентратор МАК. Осуществляет подключение 2х-проводных аппаратов к сети IP;

- IP пульта. Это терминалы для диспетчерской связи ОТС.

При создании сети ОТС-IP в качестве одного из основных условий - это наличие протокола информационно-логического взаимодействия элементов сети, которое согласовано между всеми поставщиками оборудования. [2]

Проектирование аппаратного и программного обеспечения, используемого в сети ОТС-IP, должно осуществляться в соответствии с требованиями международных

рекомендаций, указанных в документе, и должно разрабатываться с учетом деталей режима ОТС-IP, используемого в железнодорожном сообщении, схемы обмена сообщениями между элементами сети при предоставлении различных видов услуг, включая такие виды связи:

- диспетчерской;
- циркулярного вызова;
- поездной;
- совещаний и т.д.

Шлюз выполняет функции сопряжения с оборудованием существующей транспортной сети связи. Это оборудование обеспечивает взаимодействие с линиями связи и оборудованием следующих типов связи:

- межстанционной;
- перегонной;
- громкоговорящего оповещения;
- парковых переговорных устройств;
- с поездными радиостанциями.

К шлюзу подключение оборудования транспортной сети осуществляется по цифровым соединительным линиям.

Функции сервера конференц-связи реализует МЖК, а также он осуществляет маршрутизацию вызовов, выполняет функции SIP-proxy, SIP-registrar и IP-АТС. Для обеспечения бесперебойной и качественной работы, МЖК при необходимости может резервироваться. С помощью МЖК может обеспечиваться широкий набор дополнительных услуг в соответствии с идеологией и архитектурой сетей следующего поколения NGN. МАК используется в качестве коммутационного устройства. Предоставляет различные услуги общетеchnологической связи ОБТС. МАК – это устройство нового поколения, он обеспечивает доступ абонентам к интегрированным широкополосным услугам. Коммутационное устройство МАК обеспечивает подключение аналоговых телефонных аппаратов ТА, персональных компьютеров и стандартных IP-телефонов.

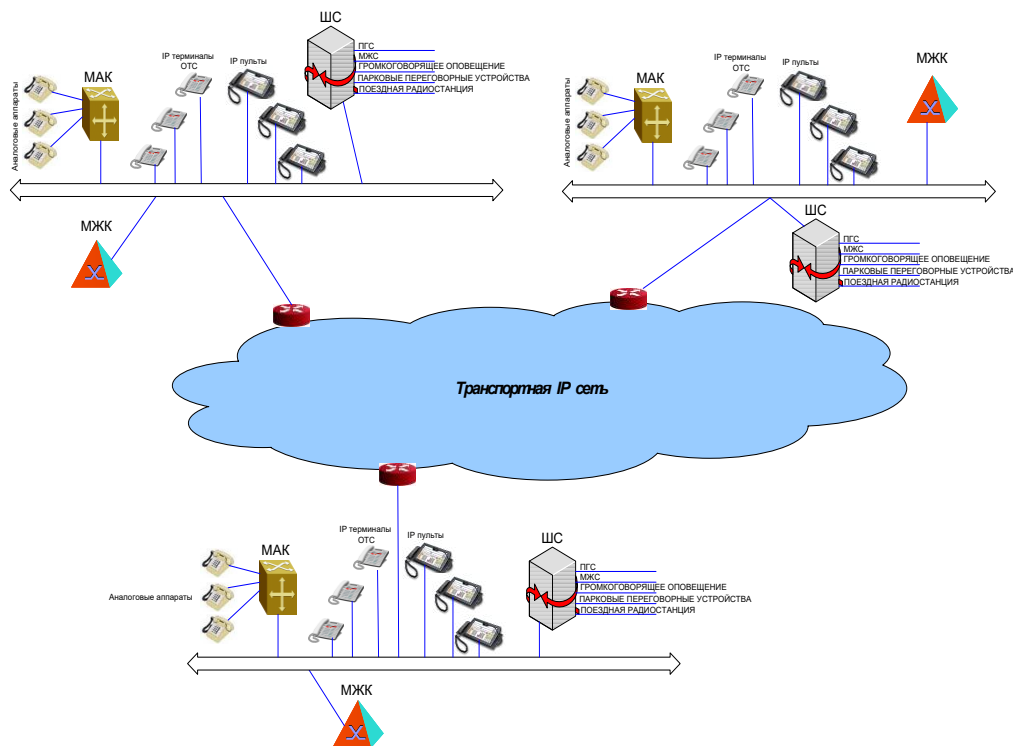


Рисунок 2 – Транспортная IP-сеть



В общетехнологической связи могут использоваться стандартные аналоговые и IP-терминалы.

Переключение и переход на сеть ОТС-IP, с пакетной коммутации, должно происходить при полной готовности оборудования и самой инфраструктуры сети к переходу на IP-технологии с условием сохранения всех режимов работы должностных лиц и всех требований к повышенной надежности функционирования сети.

Проанализировав различные источники, можно сделать вывод, что развитие современных коммуникационных технологий и мультисервисных сетей связи становится очевидным. Внедрение цифровой сети ОТС-IP на железнодорожном транспорте в основном основано на протоколах коммутации пакетов TCP и IP и основано на технологии передачи голосовой информации по сети с использованием IP-маршрутизации пакетов. Выбор архитектуры сети должен производиться исходя из следующих предпосылок:

- реализации функций ОТС-IP в соответствии с основными положениями документа «Система оперативно-технологической связи ОАО «Российские Железные Дороги»;
- необходимости обеспечения повышенной надежности системы;
- необходимости обеспечения расширяемости системы, путем наложения одной на другую;
- учета реального состояния оборудования каналообразования;
- соответствия предлагаемых решений архитектуре построения сетей следующего поколения на специфических технологических сетях ОАО «Российские Железные Дороги».

IP-телефония является не только альтернативой традиционной телефонии, но и становится единой технологической платформой, позволяющей комбинировать решения для передачи мультимедиа.

Следовательно, в результате модернизации современные сети должны предоставлять пользователям широкий спектр услуг технического и общепромышленного назначения.

#### Список использованных источников

1. Бакланов И.Г. NGN: Принципы построения и организации / под ред. Ю.Н. Чернышова. М.: Эко-Трендз, 2008. 400 с.
2. Росляков А.В. Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN. Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2012. 312 с.

### IP TELEPHONY FOR THE MODERNIZATION OF THE OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL COMMUNICATION NETWORK

*This article describes the construction of an OTS-IP network with packet switching functions for the innovative development of transport communications of JSC "Russian Railways".*

**Keywords:** *operational and technological communication (OTS), OTS-IP network, IP telephony, switchboard, router, gateway.*

УДК 347.763.2

### ПРАВОВЫЕ ОБЯЗАННОСТИ КОМПАНИИ-ПАССАЖИРОПЕРЕВОЗЧИКА

*Христофорова Л.В., Вдовкина Н.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются требования, предъявляемые к железнодорожным организациям пассажироперевозки и зафиксированные на правовом уровне.*

**Ключевые слова:** *железнодорожный транспорт, перевозчик, пассажир, права, обязанности*

Первым обязательством для перевозчика является наличие подвижного состава и другой информации о перевозке. Это означает, что у перевозчика должна быть наличие поездов, локомотивов и других транспортных средств, необходимых для осуществления перевозки. Кроме того, перевозчик обязан предоставить информацию о рейсах, маршрутах, расписаниях и других деталях перевозки.

Второе обязательство связано с обеспечением сохранности пассажиров, грузов, багажа или грузобагажа. Перевозчик обязан предпринимать все необходимые меры для обеспечения безопасности всех перевозимых лиц и грузов. Это включает проверку безопасности перед посадкой, обеспечение условий для безопасного и комфортного путешествия, а также предотвращение возможных проблем и неприятностей.

Третье обязательство предусматривает осуществление перевозки в соответствии с графиком движения. Перевозчик должен соблюдать указанный график, определяемый требованиями законодательства. Это означает, что рейсы должны быть выполняться вовремя и без задержек, чтобы пассажиры и грузы могли быть доставлены в назначенное место по расписанию.

Четвертое обязательство предусматривает информирование пассажиров или отправителей грузов о внесении изменений в график движения или о существенном нарушении сроков исполнения договора перевозки. Перевозчик обязан уведомлять своих клиентов о любых изменениях или нарушениях, которые могут повлиять на планы пассажиров или отправляемых грузов. Это позволяет пассажирам и отправителям грузов принять необходимые меры и быть готовыми к возможным изменениям [1].

В целом, Федеральный закон Российской Федерации о железнодорожном транспорте устанавливает ряд обязательств для перевозчиков, чтобы обеспечить безопасность, комфорт и своевременность перевозок. Эти обязательства включают в себя наличие подвижного состава, обеспечение сохранности перевозимых лиц и грузов, соблюдение графика движения и информирование клиентов о возможных изменениях. Исполнение этих обязательств является гарантией качества и надежности услуг железнодорожного транспорта. Официальные правила перевозки обязывают перевозчика предоставить пассажиру альтернативный вариант перевозки или вернуть стоимость билета по нескольким причинам. В случае отмены или задержки рейса, перевозчик должен предложить пассажиру другой рейс того же класса или более высокого, чтобы обеспечить его перевозку в пункт назначения в кратчайшие сроки.

По решению перевозчика, пассажир может быть перенаправлен на другой аэропорт или город, если это позволит найти подходящий рейс. Если пассажир не согласен на предложенное перенаправление, он имеет право на возврат стоимости билета. Однако перевозчик может оговорить дополнительные условия или выплатить компенсацию в случае согласия пассажира на альтернативный вариант перевозки.

Перевозчик несет ответственность за сохранность багажа и грузобагажа во время перевозки. В случае утери или повреждения багажа, пассажир имеет право потребовать возмещение ущерба. Он должен немедленно сообщить об инциденте представителям компании и заполнить соответствующую форму. Перевозчик обязан провести расследование и либо вернуть стоимость утраченных вещей, либо возместить стоимость ремонта или замены поврежденных предметов.

Однако перевозчик может ограничить свою ответственность за багаж, установив лимиты возмещения. Поэтому пассажирам рекомендуется приобретать страховку на случай утери или повреждения багажа. Это позволит защитить свои права и получить возмещение на сумму, превышающую лимиты, установленные перевозчиком.

Сохранность багажа и возможность получить компенсацию ущерба являются важными правами пассажиров, которые защищены законодательством и международными соглашениями. Поэтому пассажирам следует знать свои права и обращаться за помощью к представителям перевозчика или в соответствующие организации, если их права нарушаются. Правила перевозок на железнодорожном транспорте имеют важное значение для обеспечения безопасности и комфорта пассажиров. Перевозчик должен ясно и четко преподнести информацию о правилах оказания услуг, чтобы пассажиры могли ознакомиться с ними и соблюдать их.

Одной из ключевых задач перевозчика является предоставление пассажирам информации о правилах перевозок. Это может включать в себя описание услуг, предоставляемых перевозчиком, сведения о требованиях к пассажирам, их правах и обязанностях, а также ограничениях и запретах. Например, важно донести до пассажиров информацию о запрете перевозки опасных вещей и о необходимости заботиться о чистоте и порядке в пассажирском вагоне.

Помимо правил перевозок пассажиров, перевозчик также должен информировать пассажиров о правилах перевозки багажа и грузобагажа. Это может быть связано с указанием весовых ограничений, требованиями к упаковке и обозначением определенных предметов, которые запрещено перевозить или требуется специальное разрешение.

Кроме того, перевозчик обязан обеспечивать информацию о расписаниях движения поездов. Это важно для того, чтобы пассажиры могли планировать свои поездки и знать точное время отправления и прибытия поезда. Информация о расписании должна быть доступна различными способами, чтобы каждый пассажир мог выбрать наиболее удобный способ получения этой информации. Например, это могут быть интернет-ресурсы, информационные табло на станциях, разговоры через громкоговорители или сотрудниками железнодорожной компании.

Итак, перевозчик обязан предоставлять пользователям полную и ясную информацию о правилах перевозок на железнодорожном транспорте. Это включает правила перевозок пассажиров, багажа и грузобагажа, а также информацию о расписаниях движения поездов. Используя различные носители информации и громкую связь на железнодорожных станциях и вокзалах, перевозчик должен обеспечивать доступность этой информации для всех пассажиров. Для реализации доступности для маломобильных групп населения, перевозчики обязаны обеспечивать соответствующие услуги. Это означает, что перевозчики должны предоставлять инвалидам вспомогательные средства для передвижения, такие как кресла-коляски, а также допускать провоз собак-проводников, при наличии соответствующего документа.

Особое внимание уделяется посадке и высадке пассажиров-инвалидов. Если на станции имеется подъемная платформа, инвалиды могут воспользоваться ею для посадки в вагон. Однако, в случае отсутствия подъемной платформы, сотрудники перевозчика обязаны организовать посадку инвалида в вагон и высадку при достижении пункта назначения.

Целью данных мер является обеспечение равных возможностей для всех граждан, включая людей с ограниченными возможностями. Государство придает большое значение доступности общественного транспорта для маломобильных групп населения, чтобы они могли свободно перемещаться и вести активную жизнь.

Однако, необходимо отметить, что практическая реализация этих требований может иметь определенные ограничения из-за технических или инфраструктурных особенностей каждой конкретной станции или состава поездов. В таких случаях перевозчики обязаны принять меры для обеспечения комфортных условий перевозки для инвалидов, например, выделение специальных мест или предоставление дополнительной помощи.

В целом, законодательство об уставе железнодорожного транспорта Российской Федерации ставит перед перевозчиками задачу обеспечить доступность для

маломобильных групп населения, чтобы они имели возможность пользоваться железнодорожным транспортом без препятствий и ограничений. В соответствии с законом "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации" все перевозчики обязаны обеспечивать условия для комфортного и безопасного путешествия пассажиров, в том числе и инвалидов. Работники перевозчиков проходят специальный инструктаж и обучение, чтобы правильно обслуживать таких пассажиров.

Инвалиды, имеющие проблемы со слухом или зрением, должны иметь сопровождающего, который помогает им во время поездки. Это необходимо для обеспечения безопасности и комфорта пассажиров с ограниченными возможностями. При этом, инвалиды имеют право провозить свои собственные средства передвижения, такие как трость, костыли, носилки или кресло-коляску, без дополнительной оплаты.

Деятельность в железнодорожной отрасли должна осуществляться в соответствии с законодательством Российской Федерации. Лицензирование различных видов деятельности является обязательным и нормируется соответствующими правилами и нормами. Это гарантирует качество и безопасность перевозок на железнодорожной сети России. В России, погрузочно-разгрузочная деятельность, связанная с перевозкой опасных грузов на железнодорожном транспорте, также подлежит лицензированию в соответствии с действующим законодательством. Правительство страны утвердило положения, регламентирующие процесс лицензирования перевозок пассажиров, перевозок опасных грузов и погрузочно-разгрузочной деятельности, осуществляемой с опасными грузами на железнодорожном транспорте. Одной из важных составляющих этого процесса являются правовые основы обязательного страхования гражданской ответственности перевозчика. Это необходимое мероприятие, направленное на защиту пассажиров и максимальное снижение рисков при перевозках опасных грузов. Обязательное страхование позволяет компенсировать возможный ущерб и вред, причиненный пассажирам в процессе перевозки опасных грузов.

Организационные и экономические аспекты также играют неотъемлемую роль в данной сфере. Правильная организация погрузочно-разгрузочных операций на железнодорожном транспорте с опасными грузами способствует обеспечению безопасности и предотвращению возникновения непредвиденных ситуаций. Перевозка опасных грузов является ответственным делом, требующим строгого соблюдения протоколов и правил. Важно учесть все риски, связанные с перевозкой опасных грузов, и разработать соответствующие меры безопасности.

Таким образом, перевозка опасных грузов на железнодорожном транспорте является сложным процессом, требующим лицензирования и соблюдения всех соответствующих правил и нормативов. Однако благодаря правовым, экономическим и организационным основам обязательного страхования гражданской ответственности и возмещения ущерба пассажирам, можно обеспечить безопасность и надежность данного вида транспортной деятельности на основании договора страхования, заключаемого между перевозчиком и страховой компанией [2].

#### Список использованных источников

3. Федер. акон Рос. Федерации № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» от 10 января 2003 г. в ред. Федер. закона от 29.12.2022 г.
4. Бочкарева Н.А. Обслуживание пассажиров железнодорожного транспорта в пути следования: учебник для СПО. Саратов, М.: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. 300 с.

#### LEGAL INTERESTS OF THE PASSENGER CARRIER COMPANY

*This article describes the requirements imposed on off-road passenger transportation organizations and fixed at the legal level.*

**Keywords:** railway transport, carrier, passenger, rights, obligations

УДК 656.21

**ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАНИЮ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ***Христофорова Л.В., Вдовкина Н.А.**Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются основные правила оказания перевозочных услуг для маломобильных пассажиров на железнодорожном транспорте.*

**Ключевые слова:** *инвалид, железнодорожный транспорт, социальная защита, возможность, мобильность*

К сожалению, не все страны предоставляют должные условия для людей с инвалидностью. Многие из них сталкиваются с проблемами доступности к инфраструктуре, образованию, медицинской помощи и трудоустройству. Но существуют и примеры успешной интеграции и поддержки инвалидов в обществе.

Важно помнить, что люди с инвалидностью не должны ощущать себя второсортными. Они также могут и должны реализовывать свои потенциалы и сделать вклад в развитие общества. Необходимо обеспечивать равные возможности и создавать благоприятную среду для их полноценной жизни.

Взаимопонимание и терпимость – вот что позволит нам сделать мир более инклюзивным и дружелюбным к людям с инвалидностью. Вместе мы можем создать общество, где каждый человек будет уважаем и принят, независимо от своих физических и психических особенностей. Современная политика в отношении инвалидов в России стремится обеспечить им равные возможности и доступ к образованию, работе, здравоохранению и социальным услугам. В последние годы было много сделано для улучшения качества жизни инвалидов. Были созданы специальные программы и проекты, направленные на инклюзию и интеграцию инвалидов в общество.

Инвалиды получают право на образование в обычных школах, вузах и других учреждениях. Для них созданы специальные условия, такие как адаптивные учебные материалы, специализированные классы и помощь индивидуальных ассистентов. Также инвалиды имеют право на доступ к медицинским услугам и реабилитационным программам.

Однако, несмотря на проделанную работу, существуют проблемы и недостатки. Инвалиды до сих пор сталкиваются с отсутствием доступности объектов инфраструктуры, транспорта и общественных услуг. Недостаточное количество специалистов, образованных в области реабилитации и инклюзивного образования, также является серьезной проблемой [1].

Для решения этих проблем требуется дальнейшая работа государства, общественных организаций и общества в целом. Важно продолжать осуществлять изменения в законодательстве и разрабатывать программы поддержки и инклюзии для инвалидов. Также необходимо улучшить оснащенность и доступность объектов инфраструктуры, транспорта и услуг.

Инвалиды являются неразрывной частью нашего общества, и им должны быть предоставлены равные возможности для развития и проявления своих способностей. Реализация прав инвалидов является важным шагом на пути к созданию справедливого и инклюзивного общества.

Маломобильные группы населения – это социально уязвимые категории населения, которые ограничены в своей подвижности вследствие физических или психических особенностей. К таким группам относятся инвалиды, люди с ограниченными

возможностями здоровья, пожилые люди и другие лица, неспособные полностью самостоятельно передвигаться.

Они нуждаются в дополнительных условиях и мероприятиях для обеспечения доступности транспортных средств и инфраструктуры. Согласно Единым требованиям, транспортно-пересадочные узлы и комплексы должны быть приспособлены для использования маломобильными группами населения.

Транспортно-пересадочный узел является территорией железнодорожного объекта, на которой осуществляется пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой. Он обеспечивает удобство и эффективность перемещения между различными видами транспорта. В рамках такого узла пассажиры могут производить пересадки без необходимости дополнительного перемещения.

Транспортно-пересадочный комплекс, в свою очередь, является совокупностью железнодорожных объектов, предназначенных для выполнения пересадок пассажиров. К таким объектам относятся станции, остановочные пункты, платформы и другие элементы инфраструктуры. Вместе они образуют комплексную систему, обеспечивающую удобство и доступность для пассажиров.

Цель создания транспортно-пересадочных узлов и комплексов для маломобильных групп населения заключается в обеспечении безбарьерного доступа и комфортных условий для перемещения. Это включает в себя создание специальных пандусов, лифтов, скамеек и других средств для облегчения передвижения, а также предоставление информации и ориентирующих знаков.

В целом, формирование транспортно-пересадочных узлов и комплексов на сети железных дорог ОАО «РЖД» является важным мероприятием для улучшения доступности общественного транспорта для всех граждан, включая маломобильные группы населения. Это способствует социальной интеграции и повышению качества жизни для всех граждан. Целью Конвенции является устранение препятствий и барьеров, которые мешают инвалидам полноценно функционировать в обществе. Это означает, что государства-участники должны принимать меры для адаптации физической среды, таких как здания и транспорт, чтобы инвалиды могли свободно перемещаться и пользоваться различными услугами.

Кроме того, необходимо принять меры в области информации и связи, чтобы инвалиды имели доступ к информации и коммуникационным услугам, таким как интернет и мобильная связь. Это позволит им быть в курсе происходящего в обществе и взаимодействовать с другими людьми.

Однако, важно понимать, что доступность не означает просто физическую доступность. Инвалиды также должны иметь равные возможности получать образование, работать, участвовать в культурной и социальной жизни, и т.д. Государства-участники должны развивать политики, которые устраняют дискриминацию и обеспечивают равные возможности для инвалидов во всех областях жизни.

Конвенция о правах инвалидов признает, что инвалиды являются равными членами общества и имеют право на полноценное участие в нём. Она призывает к изменению отношения общества к инвалидам и расширению возможностей, доступных им. Государства-участники обязаны выполнять свои обязательства в соответствии с Конвенцией и принимать все необходимые меры для обеспечения равных возможностей для инвалидов. Политика равных возможностей в области инвалидности призвана создать равные условия для людей с ограниченными физическими возможностями. Это означает, что все виды общественного транспорта должны быть доступны для использования этой категорией населения.

Железнодорожный транспорт играет важную роль в передвижении людей по всей стране. Поэтому важно, чтобы он был доступным для всех, включая инвалидов. Для этого необходимо обеспечить наличие инвалидных площадок в поездах, а также специальных

лифтов или пандусов на вокзалах. Благодаря этому люди с ограниченными физическими возможностями смогут спокойно перемещаться по вагонам и садиться на свои места.

Важно также учесть интересы маломобильных пассажиров при создании новых технологий обслуживания. Например, разработка приложений для смартфонов, где люди с ограниченными физическими возможностями могут узнать о графике движения поездов, об доступности поездов для инвалидов, а также о наличии платформ с инвалидными площадками.

Возможно, также следует разработать специальные тарифы для людей с ограниченными физическими возможностями, чтобы сделать проезд в железнодорожном транспорте более доступным и экономически выгодным для данной категории населения.

Уровень доступности железнодорожного транспорта для инвалидов и маломобильных пассажиров должен быть повышен. Это позволит им чувствовать себя комфортно и свободно передвигаться по стране. Создание доступной среды для всех категорий пользователей железнодорожного транспорта является важным шагом в сторону интеграции и полноценной жизни людей с ограниченными физическими возможностями в общество. Закон "О социальной защите инвалидов в Российской Федерации", принятый 22 августа 1991 года, является важным документом, регулирующим правовое положение и социальную защиту инвалидов в стране. В соответствии с этим законом, государство обязуется предоставить инвалидам бесплатную реабилитацию и абилитацию, а также другие социальные услуги и выплаты.

Основная цель закона № 350-ФЗ заключается в создании системы социальной защиты инвалидов на территории Российской Федерации. Система включает в себя различные государственные гарантии, направленные на обеспечение комфортной и полноценной жизни граждан с ограниченными возможностями.

Одной из важных гарантий является предоставление инвалидам бесплатно средств реабилитации и абилитации. Это может включать, например, специальные протезы, ортопедические изделия, а также другие средства, необходимые для облегчения повседневной жизни и восстановления возможностей инвалида. Государство обязуется финансировать эти потребности, чтобы облегчить доступ инвалидов к необходимым средствам и помочь им более полноценно участвовать в общественной жизни.

Однако помимо предоставления средств реабилитации и абилитации, закон также предусматривает другие виды услуг и выплат для инвалидов. Например, это может быть помощь в получении образования и профессиональной подготовке, предоставление жилых помещений, свойственных особым потребностям инвалидов, и многое другое. Целью таких мер является создание равноправных возможностей для инвалидов и поддержка их социальной интеграции.

Одно из важных положений закона № 350-ФЗ – это определение категорий инвалидности и установление необходимых мер по социальной защите для каждой из них. В соответствии с законом, инвалиды делятся на три категории в зависимости от степени ограничения возможностей. Каждая категория имеет свои особенности и предполагает различные меры поддержки со стороны государства.

Важно отметить, что закон № 350-ФЗ также предусматривает ответственность государства за нарушение прав инвалидов. Если гражданин с ограниченными возможностями стал жертвой дискриминации или нарушения своих прав, он имеет право обратиться в суд для защиты своих интересов. Государство должно гарантировать соблюдение прав инвалидов и принимать меры по недопущению дискриминации на основе инвалидности.

Конечно, закон № 350-ФЗ не решает всех проблем инвалидов в России и существуют определенные недостатки в его реализации. В некоторых случаях недостаточно средств или они распределяются неэффективно, что влечет за собой проблемы для инвалидов.

Однако этот закон является важным шагом к социальной защите инвалидов и обеспечению им доступа к необходимым средствам и услугам.

В заключение, закон № 350-ФЗ "О социальной защите инвалидов в Российской Федерации" является важным документом, регулирующим права и социальную защиту инвалидов в стране. Он обеспечивает государственные гарантии по предоставлению инвалидам бесплатных средств реабилитации и абилитации, а также других услуг и выплат. Однако для достижения полноценной социальной защиты инвалидов необходимо постоянно совершенствовать и развивать эту систему, устранять существующие недостатки и обеспечивать доступность всех необходимых услуг и средств для каждого инвалида. Важным аспектом социального развития общества является обеспечение комфортных условий для людей с ограниченными возможностями передвижения. Для этого необходимо создать специальные места для инвалидов на вокзале и в поезде.

Одним из ключевых моментов является наличие вспомогательного оборудования, такого как съемные поручни и подъемные устройства. Они помогут инвалидам с комфортом и безопасностью осуществить посадку в поезд и высадку из него.

Также важна возможность бесплатной транспортировки инвалидной коляски или других специальных средств передвижения. Это позволит инвалидам свободно перемещаться, не ограничивая себя в поездках на железнодорожном транспорте.

Следующий важный аспект - информационная поддержка. Инвалидам необходимо предоставлять информацию и консультацию о доступных услугах и удобствах на вокзале и в поезде. Это повысит уровень осведомленности и позволит инвалидам эффективно использовать доступные им возможности.

Обеспечение специальных мест для инвалидов, вспомогательного оборудования, бесплатной транспортировки коляски и информационной поддержки являются неотъемлемыми компонентами создания безбарьерной среды для инвалидов на железнодорожном транспорте. Это сделает их жизнь более комфортной и самостоятельной, обеспечивая равные возможности для всех людей, независимо от их физических ограничений [2].

#### Список использованных источников

1. Федер. закон от 3 мая 2012 г. № 46-ФЗ «О ратификации Конвенции о правах инвалидов»
2. Бочкарева Н.А. Обслуживание пассажиров железнодорожного транспорта в пути следования: учебник для СПО. Саратов, М.: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. 300 с.

## REQUIREMENTS FOR THE SERVICE OF PASSENGERS WITH LIMITED MOBILITY

*This article describes the basic rules for the provision of transportation services for passengers with limited mobility on rail transport.*

**Keywords:** *disabled person, railway transport, social protection, opportunity, mobility*

УДК 621.43

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Шадрин С.А., Болдин С.В.*

*филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Нижнем Новгороде, Нижний Новгород, Россия*

*В статье рассматриваются актуальные методы и средства обнаружения и устранения дефектов на железнодорожном транспорте с использованием современных технологий.*



*В статье описываются современные методы дефектоскопии, такие как ультразвуковая дефектоскопия, магнитная дефектоскопия, рентгеновская дефектоскопия и визуальная дефектоскопия. Каждый метод подробно рассматривается, включая его принцип работы, преимущества и ограничения.*

*В целом, статья представляет собой полный обзор современных технологий дефектоскопии в железнодорожном транспорте, исследования в данной области и применение новейших методов и средств для обеспечения безопасности и надежности железнодорожной инфраструктуры.*

**Ключевые слова:** *дефектоскопия рельс, ультразвуковая томография, инфракрасная термография, лазерная акустическая дефектоскопия.*

При непрерывной эксплуатации железнодорожных путей верхнее строение пути приходит в негодность. Рельсы в пути постоянно работают на сопротивление силам, возникающим от движущихся колес поездов и на температурные напряжения. В результате рельсы подвергаются излому.

В данном случае специалисты полагаются на дефектоскопию рельсов с помощью специальной техники, так как визуально определить в каком месте рельса появился дефект, невозможно. Последствием излома рельса в большинстве случаев является сход подвижного состава. И хуже всего, если им окажется, например, цистерна с опасным грузом [1].

В области дефектоскопии в железнодорожном транспорте наблюдаются последние достижения и активно разрабатываются новые методы и технологии. Они направлены на более эффективное выявление дефектов и повреждений на железнодорожных путях, подвижном составе и инфраструктуре, а также на улучшение методов контроля и диагностики.

Использование технологии ультразвуковой томографии, рентгеновского излучения.

Одним из последних достижений в области дефектоскопии в железнодорожном транспорте является использование технологии ультразвуковой томографии. Данный способ, позволяет выявить дефект в рельсе на ранней стадии и предупредить его излом.

Ультразвуковая дефектоскопия рельсов и различных заготовок из металла проводится согласно требованиям ГОСТ 15467-79, ГОСТ 23667-85, ГОСТ 23829-85, а также других стандартов и нормативных актов.

Ультразвуковая дефектоскопия рельсов проводится перед вводом рельсового полотна в эксплуатацию. Главным образом дефектоскопия рельсов направлена на контроль целостности рельсового полотна, которые нельзя обнаружить с помощью ВИК (визуально-измерительного контроля). Неразрушающий контроль рельсов представляет собой трехуровневую систему: первичный сплошной контроль - дефектоскопные автотрисы и двухниточные съемные дефектоскопы; вторичный сплошной контроль - вагоны-дефектоскопы; средства локального контроля - переносные дефектоскопы для контроля сварных стыков, однниточные съемные дефектоскопы для контроля стрелочных переводов, выборочного контроля по показаниям дефектоскопных автотрис и вагонов-дефектоскопов [2].

Дефектоскопия рельсов на рельсо-сварочных поездах включает проведение входного контроля, а также пооперационного и приемочного контролей после обработки рельсов и сварных стыков. Средства первичного контроля используются в пределах дистанции пути, вторичного контроля в пределах железной дороги. Для эксплуатации дефектоскопных средств на дистанциях пути организуются участки дефектоскопии.

Участок должен быть оборудован контрольным тупиком с эталонными дефектами в рельсах для проверки работоспособности дефектоскопов и обучения операторов дефектоскопных тележек. На дистанции пути выделяется также помещение для хранения, технического обслуживания и экипировки дефектоскопной автотрисы, которая должна

быть укомплектована однониточным съемным дефектоскопом и дефектоскопом для контроля сварных стыков.

При контроле рельсов используют ультразвуковые колебания с частотой 2,5 МГц. При ультразвуковой дефектоскопии в зависимости от признака обнаружения дефекта в основном применяют три метода: теневой, зеркально-теневой и эхо-метод.

По теневому методу признак обнаружения дефекта - уменьшение интенсивности амплитуды ультразвуковой волны, прошедшей через изделие от излучающего искателя к приемнику. По зеркально-теневому методу признак обнаружения дефекта - уменьшение интенсивности амплитуды, отраженной от противоположной поверхности изделия: например, подошвы рельса ультразвуковой волны, излучаемой искателем и принимаемой приемником.

Противоположную поверхность, зеркально отражающую ультразвук, называют донной поверхностью, а отраженный от нее импульс - донным импульсом. По эхо-методу признаком обнаружения дефекта является прием искателем эхо-импульса, отраженного от дефекта.

Технология радиографического контроля с использованием рентгеновского излучения.

Еще одним разработанным методом дефектоскопии является технология радиографического контроля с использованием рентгеновского излучения. Она позволяет обнаруживать внутренние дефекты и повреждения, такие как трещины, разломы и ослабление материала. Рентгеновские системы дефектоскопии применяются для диагностики рельсов, сварных швов, балласта и других элементов инфраструктуры.

Для проведения радиографического контроля на железнодорожном транспорте используются специальные рентгеновские установки и камеры, а также эксперты-радиологи, которые анализируют полученные снимки и определяют наличие дефектов или отклонений от стандартов. Важно соблюдать все меры безопасности и радиационной защиты при работе с рентгеновским излучением для обеспечения безопасности и здоровья персонала и окружающей среды [3].

Основные применения радиографии на железнодорожном транспорте включают:

1. Контроль сварных соединений: Рентгеновские снимки используются для обнаружения дефектов в сварных соединениях, таких как трещины, неправильные заполнения и недостаточная проплавка. Это важно для обеспечения безопасности и надежности железнодорожного транспорта.

2. Контроль толщины стальных конструкций: Рентгеновские снимки позволяют измерить и оценить толщину стальных деталей, таких как вагоны и локомотивы. Это позволяет определить степень износа и соответствия этих деталей нормам безопасности.

3. Обнаружение пороков и внутренних дефектов: Рентгеновская радиография позволяет обнаружить дефекты внутри объектов, таких как внутренние трещины, неправильности формы и другие повреждения, которые не всегда видны снаружи. Это позволяет раннее обнаружение и ремонт дефектов, предотвращая возможные аварии и поломки.

4. Проверка контрактных условий: Рентгеновская радиография используется для проверки качества и соответствия продукции железнодорожного транспорта контрактным условиям. Это позволяет заказчикам и инспекторам убедиться, что продукция соответствует требованиям и гарантирует безопасность и надежность.

Методы и технологии дефектоскопии, основанные на использовании инфракрасной термографии.

В последние годы разработаны и успешно применяются также бесконтактные методы и технологии дефектоскопии, основанные на использовании инфракрасной термографии. Инфракрасная термография позволяет обнаруживать и измерять тепловые

аномалии, связанные с дефектами, повреждениями или неправильным функционированием элементов подвижного состава и инфраструктуры.

На железнодорожном транспорте инфракрасная термография может использоваться для контроля состояния различных элементов железнодорожных путей, вагонов, электропоездов и других компонентов системы [4].

Основные методы и технологии дефектоскопии на железнодорожном транспорте, основанные на использовании инфракрасной термографии, включают:

1. Инфракрасная термография путей: этот метод используется для обнаружения дефектов путей, таких как трещины, неплотность соединений рельсов, утечки тепла и другие проблемы. Включает в себя сканирование путей с помощью инфракрасной камеры, а затем анализ полученных тепловых карт для обнаружения аномалий.

2. Инфракрасная термография вагонов: этот метод используется для обнаружения дефектов вагонов, таких как трещины в обшивке, прогибы или деформации, утечки тепла из-за недостаточной изоляции и т. д. Инфракрасная камера сканирует поверхность вагона, а затем полученные тепловые изображения анализируются для выявления проблем.

3. Инфракрасная термография электрических систем: этот метод используется для контроля состояния электрических систем таких, как контактные сети для электрических поездов. Инфракрасная камера позволяет обнаружить проблемы, такие как перегрев или неплотность соединений, что может привести к возникновению пожара или повреждению оборудования.

Технология инфракрасной термографии является неразрушающей и позволяет проводить контроль состояния объектов на железнодорожном транспорте без необходимости их разборки или остановки. Это позволяет оперативно выявлять дефекты и проблемы, а также предотвращать непредвиденные сбои или аварии.

Методы и технологии дефектоскопии, основанные на использовании лазерной акустической дефектоскопии.

Принцип работы этого метода состоит в том, что лазерное излучение направляется на поверхность рельса или шпалы, создавая акустические волны. Эти волны затем отражаются от дефектов, таких как трещины, раковины или шпалоподрезка, и регистрируются при помощи датчиков.

Анализ полученных данных позволяет определить местоположение и характер дефектов, так как каждый тип дефекта вызывает свое специфическое отражение акустической волны.

Преимущества лазерной акустической дефектоскопии на ЖД транспорте включают высокую точность обнаружения дефектов, возможность работы на больших скоростях движения поездов, а также возможность проведения измерений в реальном времени. Этот метод также позволяет сократить время и затраты на инспекцию и обслуживание железнодорожных путей, а также повысить безопасность движения поездов.

Таким образом, лазерная акустическая дефектоскопия является эффективным и перспективным инструментом для обнаружения и контроля дефектов на ЖД транспорте.

Также разработаны портативные и компактные приборы дефектоскопии, которые облегчают проведение контрольных работ на местах.

Выводы:

Таким образом, в области дефектоскопии в железнодорожном транспорте наблюдаются последние достижения, которые включают использование ультразвуковой томографии, радиографического контроля, инфракрасной термографии, лазерной акустической дефектоскопии, а также разработку новых приборов и оборудования. Эти достижения способствуют улучшению контроля и диагностики на железнодорожных путях, подвижном составе и инфраструктуре, что повышает безопасность и эффективность железнодорожного транспорта.

**Список использованных источников**

1. Никитин А.В. Дефектоскопия и диагностика рельсовых путей. М., 2007. 87с.
2. Новейшая техника для дефектоскопии рельсов // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 3 (34). С. 39.
3. Сафонов В.Н., Шаповалов В.Н., Третьяков А.В. Дефектоскопия и диагностика рельсовых путей: учебное пособие. М., 2011. 143 с.
4. ТУ 26.51.66.121-024-03327411-2017 Дефектоскоп ультразвуковой УДС2-РДМ-24 // Нормативный и технический документы, устанавливающие требования к дефектоскопам ультразвуковым УДС2-РДМ-24.

**MODERN TECHNOLOGIES OF FLAW DETECTION IN RAILWAY TRANSPORT.**

*This article discusses current methods and means of detecting and eliminating defects in railway transport using modern technologies.*

*The article describes modern methods of flaw detection, such as ultrasonic flaw detection, magnetic flaw detection, X-ray flaw detection and visual flaw detection. Each method is considered in detail, including its principle of operation, advantages and limitations.*

*In general, the article is a complete overview of modern technologies of flaw detection in railway transport, research in this field and the application of the latest methods and tools to ensure the safety and reliability of railway infrastructure.*

**Keywords:** rail flaw detection, ultrasound tomography, infrared thermography, laser acoustic flaw detection.

УДК 621.3/629

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СИСТЕМАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

*Шепелевич С.С, Ефимушкин А.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Это исследование направлено на решение экологических и энергопотребительских вопросов на железнодорожном транспорте в сфере потерь электроэнергии и повышения качества накопления энергии в системах постоянного тока. Рассматриваются всевозможные методы экономии энергии и ее перераспределения.*

**Ключевые слова:** *постоянный ток, накопитель, системы хранения, энергоэффективность, резервное питание, электродвигатели, электрические машины, импульс.*

В настоящее время тяговые системы постоянного тока являются предпочтительными и широко используются на городских железных дорогах и пригородных или магистральных перевозках, таких как легкие и тяжелые поезда метро. Наиболее распространенные тяговые напряжения постоянного тока для соответствующих систем: 600 В, используемые в основном на трамвайных путях и под землей; 750 В; 1500 В, используемые в основном на метро и пригородных линиях и 3 кВ.

Трансформаторно-выпрямительные подстанции обычно включают в себя неуправляемые выпрямители, число импульсов которых определяется обмоткой тягового трансформатора и конфигурацией статического преобразователя. Распространенными схемами являются 6-импульсные 12-импульсные и даже 24-импульсные диодные выпрямители.

Использование управляемых выпрямителей на тяговых подстанциях (ТПС) было рассмотрено гораздо позже. Так, первый выпрямитель с теристорным управлением (ТСП) был введен в эксплуатацию компанией Dallas Area Rapid Transit (DART) в начале девяностых годов, чтобы воспользоваться преимуществами регулирования напряжения

постоянного тока, ограничения тока короткого замыкания и улучшить производительность с точки зрения скорости, надежности и снижения потерь энергии, .

Как и при любой нелинейной нагрузке в электрических системах, качество электроэнергии было и остается важной и часто исследуемой проблемой в системах электрической тяги. Соблюдение пределов, предусмотренных в конкретных стандартах и рекомендациях, связанных с гармоническим загрязнением, таких как, и полная компенсация реактивной мощности, гармоник и дисбаланса на стороне источника питания являются основными проблемами. Обеспечение более высокого коэффициента мощности на стороне источника питания приводит к снижению времени подачи электроэнергии и связанных с этим потерь, что отражается на повышении энергоэффективности.

### **1. Обеспечение повышения качества электроэнергии**

Из-за наличия выпрямителей основной проблемой является гармоническое искажение тока на стороне переменного тока, в отличие от тяговых систем переменного тока, где главной проблемой является нежелательный дисбаланс системы. Уровень гармонических искажений высок тем более, что количество импульсов выпрямителя меньше. Что касается общего коэффициента гармонических искажений (*THD*), то диапазон составляет примерно от 10 до 30% при отсутствии мер компенсации.

Дешевое и эффективное решение пассивных фильтров, настроенных на 11-ю и 13-ю гармоники, размещенных во вторичной обмотке каждого трансформатора, питающего 12-импульсный последовательный выпрямитель, было предложено для TS, расположенного в Тебессе-Аннабе, Алжир. Чтобы устранить проблемы с качеством электроэнергии в системе тяги постоянного тока и поддерживать падение напряжения ниже 5%, как указано в стандарте IEEE Std. Мартинес и Рамос предложили добавить пассивный фильтр вместе с SVC (конденсатор с тристорной коммутацией (TSC) и реактор с тиристорным управлением (TCR)) в распределительную сеть.

### **2. Решения для накопления энергии торможения.**

Правильно спроектированная система накопления тормозной энергии способна улавливать и сохранять тормозную энергию транспортного средства во время замедления, чтобы быть использованной позже, при необходимости.

Для этой цели обычно используются аккумуляторы трех типов — свинцово-кислотные, никель-металлогидридные (Ni-MH) или литий-ионные (Li-ion), суперконденсаторы (также называемые EDLC электрохимические двухслойные конденсаторы) или ультраконденсаторы) и маховики (электромеханические ESSS). В последнее время во внимание принимаются комбинации батарей и суперконденсаторов . Факторы, определяющие наилучший выбор технологии, относятся главным образом к энергоемкости, скорости заряда / разряда и жизненному циклу .

Что касается подключения ESS к линии постоянного тока, в случае суперконденсаторов настоятельно рекомендуется наличие преобразователя постоянного тока, чтобы в полной мере использовать их большой диапазон напряжений, уменьшить пики тока заряда / разряда, а также пики для контроля состояния заряда с течением времени.

В зависимости от того, где они установлены, существуют как мобильные ESSS (называемые бортовыми ESSS Iso), так и стационарные ESSS (называемые также придорожными ESSS). Первые в основном расположены на крыше каждого поезда, тогда как остальные - в определенных местах вдоль путей.

#### **2.1. Бортовые системы хранения.**

Встроенные ESSS вносят значительный вклад в энергосбережение железнодорожных систем, поскольку энергия, которую они накапливают в процессе торможения, может быть использована для питания самих транспортных средств во время

следующих ускорений. Из-за отсутствия потерь на линии обеспечивается более высокая эффективность дво время работы по сравнению с придорожными ESSS.

Основные преимущества использования бортовых ESSS заключаются в возможности минимизации пиков мощности при ускорении транспортных средств, стабилизации напряжения питания и повышении автономности питания.

Использование бортовых ESSS также имеет важные недостатки, такие как необходимость большого места для установки в каждом транспортном средстве и увеличенный вес, что приводит к увеличению потребления энергии на тягу до 2%. Именно поэтому при проектировании новых транспортных средств предпочтение отдается встроенным ESSS, а не модернизации существующего подвижного состава

В случае аварийных остановок на обочине накопленная энергия торможения поступает от любого поезда, находящегося поблизости, и она высвобождается при обнаружении потребности в мощности.

По сравнению со случаем бортовых ESSS, нет ограничений по монтажному пространству и весу, но потери при линейной передаче выше. Таким образом, необходимо обращать внимание на расположение складского оборудования на обочине. Преимуществом wayside ESSS является способность минимизировать проблемы, связанные с перепадами напряжения. Более того, может быть разработана вспомогательная ESS для обеспечения быстрого регулирования частоты и обеспечения энергией местного рынка электроэнергии.

Хотя суперконденсаторы являются наиболее распространенными, литий-ионные и Ni-MH аккумуляторы высокой мощности также продаются на коммерческой основе, в большей степени, чем в случае мобильных систем хранения данных. Маховики чаще используются в стационарных ESSS, поскольку их можно размещать в контейнерах или под землей.

### **3. Реверсивные тяговые подстанции**

Концепция реверсивной подстанции постоянного тока возникла из-за необходимости улучшить приемистость линии электропередачи, чтобы можно было в большей степени регенерировать энергию торможения. Также требуется улучшенное качество питания на стороне источника питания. Энергия рекуперативного торможения направляется обратно в сеть переменного тока выше по потоку для потребления другим электрическим оборудованием переменного тока на подстанции или даже в основную сеть в соответствии с законодательством и правилами сети распределения электроэнергии. Основными функциями, которые должна выполнять реверсивная подстанция, являются;

- оставить приоритет естественному обмену регенерированной энергией между транспортными средствами;
- свести к минимуму уровень гармоник, обеспечивая хорошее качество электропитания как на стороне переменного, так и на стороне постоянного тока;
- для поддержания выходного напряжения в режимах тяги и регенерации.
- Чтобы обеспечить возможность обратного потока мощности на обычной тяговой подстанции постоянного тока, оснащенной неуправляемым выпрямителем, инвертор должен быть подключен параллельно выпрямителю. Таким образом, существующая группа, состоящая из тягового трансформатора и диодного выпрямителя, сохраняется, а возможность рекуперации энергии достигается с помощью оборудования minimal. В зависимости от типа выбранного инвертора статический преобразователь, обеспечивающий двунаправленный поток энергии, может состоять из ;

#### **3.1. Реверсивные подстанции с диодным выпрямителем.**

Типичным коммерческим решением в этой категории является Sitras-TCI от Siemens.

С помощью Sitras-TCI энергия торможения восстанавливается и передается в постоянно подключенную электросеть среднего напряжения в любое время и на большие расстояния.

Номинальный ток ТСИ составляет примерно половину мощности прямого выпрямителя.

Компоненты ТСИ включены в группу панелей, чтобы их можно было легко интегрировать в существующие подстанции.

Для версии 750 В автотрансформатор уже встроены, тогда как для версии 1500 В, а также для версии 750 В более высокой мощности, автотрансформатор должен устанавливаться отдельно.

Должно быть указано, что автотрансформатор необходим для увеличения напряжения переменного тока на 10-15%. При использовании реакторов постоянного тока циркулирующий ток между ТСИ и диодными выпрямителями может быть ограничен.

Что касается внедрения Sitras-ТСИ на реальных тяговых подстанциях постоянного тока, система напряжением 750 В была протестирована в метро Осло и новой линии центра Сингапура. Реальное применение версии 1500 В можно найти на Bayerische железной дороге Цугшпитцбан Бергбан .

Насколько известно авторам, никаких подробностей об управлении Sitras-ТСИ и экономии энергии до сих пор не сообщалось.

### 3.2. Реверсивные подстанции с диодным выпрямителем и ШИМ-инвертором.

Основанный на той же концепции дополнения, что и Sitras-ТСИ, что означает сохранение диодного выпрямителя на тяговой подстанции, - решение антипараллельного ШИМ—инвертора часто встречается в литературе.

ШИМ-инвертор обеспечивает обратный путь для рекуперации энергии, и его преимущество заключается в том, что он способен работать в условиях единичного коэффициента мощности при надлежащем управлении. Однако следует также упомянуть о недостатке, заключающемся в более высоких потерях при переключении, размере и стоимости преобразователя по сравнению с ТСИ.

Например, система INGEBER, поставляемая компанией Ingeteam Traction в Бильбао, имеет пиковую мощность 1,5МВт и требует площади в 7,5 м<sup>2</sup> по сравнению с площадью в 2,4 м<sup>2</sup>, используемой Siemens-ТСИ при более высокой пиковой мощности в 3 МВт .

Что касается способа подключения инвертора к существующей системе, то для обеспечения хорошей производительности как в режимах тяги, так и в режиме регенерации, должна быть обеспечена надлежащая корреляция между напряжением инвертора на стороне постоянного тока и напряжением переменного тока в точке общего соединения (PCC).

Чтобы проиллюстрировать способность схемы обеспечивать регенерацию и компенсацию посредством подключения ШИМ-инвертора во вторичной обмотке трансформатора, отношение  $k_p$  номинального постоянного напряжения ( $U_{DCN}$ ) и величины межлинейного напряжения во вторичной обмотке трансформатора выражается как :

$$k_p = U_{DCN}(\sqrt{2}U_s) = k_R/(1 + \delta U),$$

где  $U_s$  - среднеквадратичное напряжение на вторичной обмотке тягового трансформатора,  $\delta U$  - падение напряжения постоянного тока, выраженное в процентах от  $U_{DCN}$  (приблизительно 5-10%), а  $k_R$  - коэффициент, зависящий от типа выпрямителя, соответственно. -  $k_R = 3/\pi = 0,955$  для двухфазного мостового выпрямителя и для 12-импульсного выпрямителя, подключенного параллельно. -  $k_R = 6/\pi = 1,91$  для 12-импульсного последовательного выпрямителя.

### 4. Новые тенденции в повышении энергоэффективности.

В будущем разработка новых технологий для создания накопителей с высокой производительностью (высокая энергетическая емкость, очень хорошая скорость заряда / разряда и небольшие габариты) по конкурентоспособным ценам может возобновить решение по накоплению энергии торможения как в бортовом, так и в стационарном оборудовании.

Кроме того, внедрение глобальных алгоритмов энергетической оптимизации тяговых систем на основе новых аппаратных структур с высокой надежностью и приемлемыми затратами может стать направлением повышения энергоэффективности в течение следующего десятилетия.

Использование фотоэлектрической энергии таic (PV) в системах тягового электроснабжения в качестве экологически чистого вида энергии распространилось в результате технологических разработок в этой области.

Резервная мощность фотоэлектрического инвертора для вывода реактивной мощности используется при разработке стратегии управления инвертором с развязкой по прямой связи, чтобы уменьшить влияние подключения фотоэлектрической системы к системе тягового электроснабжения и улучшить коэффициент мощности всей системы

В последние годы применение технологии smart grid в системах электроснабжения железных дорог является актуальной задачей повышения экологичности железнодорожного транспорта в США, Европе и Японии, включая некоторые экспериментальные испытания.

Например, считается, в будущем необходимость Восточно-Джапа-Н железнодорожной компании. Использование регенерированной электроэнергии путем регулирования напряжения питания постоянным током на тяговой подстанции является актуальным вопросом.

Интеграция фотоэлектрической технологии (PV) и обратимых преобразователей в новые гибридные тракты в системах электроснабжения является актуальной проблемой, как было предложено Zhang et al. Фотоэлектрическая система с многоуровневыми повышающими преобразователями может быть внедрена для снижения затрат на электроэнергию и повышения надежности энергосистем. В этом контексте стратегии should be designed для повышения общей производительности системы

#### **Заключение**

Очевидно, что в настоящее время существует большой интерес к повышению энергоэффективности городских и пригородных тяговых подстанций постоянного тока. Это поддерживается новым достижением pts в области прикладных исследований и коммерческим оборудованием с высокими энергетическими характеристиками, которое охватывает широкий спектр потребностей для различных старых или новых тяговых подстанций постоянного тока по всему миру.

Стоит упомянуть большое количество крупномасштабных партнерских проектов по этой теме и научных конференций, посвященных распространению результатов.

Он выделяется тем, что встроенной памяти системы ЭМС являются предпочтительными, так как тормозная рекуперации энергии в свет железнодорожными системами из-за их гибкости и умеренной инвестиционной стоимости.

Несмотря на более высокую стоимость, придорожные системы хранения данных и реверсивные подстанции являются лучшим решением для повышения эффективности всей системы. В зависимости от конкретного применения должно быть выбрано наилучшее решение, даже гибридное.

#### **Список использованных источников**

1. Шепелевич С.С. Современные железнодорожные транспортные системы / С.С. Шепелевич, Н.В. Плотникова // Наука, образование, транспорт: материалы Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОрИПС, 2022 С. 41-43.
2. Шепелевич С.С. Повышение надежности системы электроснабжения / С.С. Шепелевич, Р.Г. Галиев // Наука, образование, транспорт: материалы III Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОрИПС, 2023 С. 36-39.
1. ГОСТ Р 54959-2012 «Железнодорожная электросвязь. Поездная радиосвязь. Технические требования и методы контроля».



## OVERVIEW OF ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT IN DC RAILWAY SYSTEMS

*This study is aimed at solving environmental and energy consumption issues in railway transport in the field of electricity losses and improving the quality of energy storage in DC systems. Various methods of saving energy and its redistribution are considered.*

**Keywords:** *direct current, storage, storage systems, energy efficiency, backup power, electric motors, electric machines, impulse.*

УДК 621.3/629

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

*Шепелевич С.С., Косенко О.Н., Сяткина А.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной публикации мы проведем исследование и анализ железнодорожных систем переменного тока, затрагивая одну из основных проблем такой системы - высокое потребление электроэнергии по сравнению с безтяговыми системами. Мы рассмотрим основные методы эксплуатации, которые позволяют снизить энергопотребление систем электрической тяги.*

**Ключевые слова:** *переменный ток, тяговые системы, торможение, энергоэффективность, электрические.*

### 1. Системы электроснабжения железных дорог

Во всем мире существует огромное разнообразие систем электрической тяги, которые были построены в зависимости от типа железной дороги, ее местоположения и технологии, доступной на период установки.

Электрическая эксплуатация на железных дорогах с большим количеством длинных туннелей или подземных железных дорог часто предпочтительнее, потому что энергоэффективность выше, чем у паровых или дизельных двигателей, и не требует бортового сгорания. Повышенное тяговое усилие также делает электрическую работу подходящей для холмистых линий. В результате был достигнут заметный прогресс в эксплуатации электропоездов.

Схема подачи переменного тока была произведена с однофазным коллекторным двигателем в Европе. Чтобы свести к минимуму сбои при выпрямлении, специальные низкие частоты, такие как 25 Гц и 16,66 Гц, были внедрены во многих странах, включая Австрию и Германию. Последующие разработки в технологии кремниевых коммутаторов проложили путь для систем питания переменного тока во Франции и других странах.

### 2. Системы питания переменным током

Распределение электроэнергии переменного тока по поездам является экономически эффективным для высокоскоростных железных дорог и железных дорог с большой нагрузкой. Повышенное напряжение контактной сети означает снижение токов и потерь мощности, что требует меньшего количества подстанций по сравнению с тяговыми сетями постоянного тока пониженного напряжения.

Существует множество различных применений для электрификации систем переменного тока. Как обычно, систему переменного тока можно разделить на три части:

- Низкочастотная система переменного тока
- Многофазная система переменного тока
- Стандартная частота

### 2.1. Низкочастотная система переменного тока

В Германии, Швеции и многих европейских странах низкочастотная тяговая система эксплуатируется уже более двух десятилетий. С учетом современной технологии энергетической электроники, доступной для преобразования частоты, и повышенного качества энергии, требуемого потребителями коммунальной энергии, вполне вероятно, что низкочастотная схема сделает схему тяги более эффективной и привлекательной.

Низкочастотная схема снижает затраты на электрификацию за счет увеличения расстояния между двумя последовательными подстанциями и снижения затрат на модификацию гражданского строительства за счет снижения напряжения воздушной линии с 25 кВ до 16,5 кВ. Такая система позволила бы проводить параллельную связь между двумя подстанциями. С другой стороны, тем самым улучшается пропускная способность сетей и снижаются проблемы с качеством электроэнергии и дисбалансом напряжения. Преимущества низкочастотной работы являются:

1. Более продолжительный ритм работы подстанции и меньшее количество установок подстанции

Индуктивное падение напряжения в системах воздушных линий уменьшается за счет системы с пониженной частотой. Схема с частотой 15 Гц будет иметь индуктивное падение напряжения примерно на одну четвертую по сравнению со схемой с частотой 60 Гц, что позволит расположить подстанции на расстоянии в три-четыре раза больше, чем при схеме с частотой 60 Гц, основанной исключительно на критерии падения напряжения. Количество необходимых подстанций может быть уменьшено до 30-40%.

2. Параллельная работа контактной сети от соседней подстанции.

Все воздушные линии тяговой системы могут быть подключены по фазе. С другой стороны, они могут быть параллельны. Параллельно с вторичными источниками энергия может отбираться от двух или более подстанций, тем самым дополнительно снижая падение напряжения в воздушных линиях, и нагрузка также распределяется на две или более подстанции. По мере продвижения поезда будет происходить более плавное перемещение груза с одной подстанции на другую.

3. Снижение рабочего напряжения до 15-16,5 кВ

Из-за низкой частоты и параллельной работы системы воздушных проводов частота колебаний подстанции может быть повышена, может использоваться более низкое напряжение воздушной линии, и может быть достигнута значительная экономия при внесении изменений в гражданское.

4. Меньшие требования к гражданскому строительству и электрическому зазору: Более низкие напряжения приведут к снижению требований к зазору. Это может быть полезно, если необходимо поднять мосты, опустить железнодорожные пути или если туннели не обеспечивают соответствующих зазоров для схемы 25 кВ.

5. Снижение пропускной способности подстанции по напряжению или более эффективное использование пропускной способности подстанции и воздушной линии.

### 2.2. Многофазная система переменного тока

Из-за присущей трехфазным асинхронным двигателям способности к регенерации трехфазная передача переменного тока, которая обычно является наиболее эффективным способом распределения электроэнергии высокой мощности, была бы полезна для тяги. Однако из-за сложности сбора энергии движущимися локомотивами это обычно не реализовывалось.

Многие железные дороги использовали две или три контактные сети, как правило, для подачи тока в поезда в три этапа. Сегодня трехфазный переменный ток используется только на швейцарских железных дорогах. Два провода воздушной линии используются на этих железных дорогах для отдельных трехфазных фаз переменного тока, в то время как рельс используется для третьей фазы. Нейтральный вариант не использовался.

### 2.3 Стандартная частотная система

Система электрификации переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50/60 Гц была специально создана для целей железнодорожной тяги. Основной характеристикой, отличающей эту схему от стандартной трехфазной и нейтральной распределительной сети высокого напряжения государственного управления электроснабжения, является то, что железнодорожная система представляет собой однофазную систему с однополюсным заземлением.

Железнодорожная сеть напряжением 25 кВ была предназначена для удовлетворения требований скоростной междугородной многопутной железнодорожной сети, по которой часто курсируют различные поезда. Для такой эксплуатации необходима система контактной сети, которая является чрезвычайно безопасной, надежной для персонала и пассажиров и обеспечивает тяговым агрегатам высокую степень надежности питания.

Такая безопасность гарантирует, что система подачи тяги сможет обеспечить концентрацию энергии, необходимую для удовлетворения мощности тягового агрегата. Следует признать, что надежность системы электрификации должна быть проверена при улучшении обслуживания или нагрузок.

Эта система очень экономична, но у нее есть свои недостатки: фазы внешней энергосистемы загружены неравномерно, возникают значительные электромагнитные помехи и акустический шум.

Практические аспекты подачи питания переменным током связаны с поддержанием качества питания. Что касается тяги, были разработаны системы цепного питания с использованием усилительных трансформаторов питания и автотрансформаторов питания для повышения эффективности передачи, регулирования системы и уменьшения замыкания на землю.

### **3. Повышение энергоэффективности системы**

Большая часть систем электрической тяги требует очень высокой энергии и высокого напряжения, поэтому основной проблемой является качество электроэнергии. Анализ энергопотребления железных дорог показывает, что более 70% потребления соответствует требованиям тяги, в то время как остальная часть соответствует отсутствию тяги. В результате большинство новейших технологий направлены на снижение энергопотребления, связанного с тягой.

Основным методом для этой цели является использование солнечных фотоэлектрических панелей и ветряных турбин в тяговых системах, а также использование систем накопления энергии для сохранения части кинетической энергии во время процесса рекуперативного торможения.

Рекуперативное торможение является одним из основных факторов повышения достигнутых показателей энергоэффективности в системах электрических железных дорог. Тяговый двигатель работает как генератор во время рекуперативного торможения и подает часть накопленной кинетической энергии к источнику питания или системе накопления энергии. В противном случае полученная энергия будет преобразована в тепло для окружающей среды, если нет потребителей производимой энергии или система накопления энергии завершена.

С начала 20-го века активно развивались электрические железнодорожные системы, включая современную энергетическую инфраструктуру для высокоскоростных поездов и метро. Спрос на возобновляемые источники энергии постоянно растет в связи с глобальными изменениями в окружающей среде и увеличением затрат на электроэнергию. Существующая энергосистема в значительной степени зависит от традиционных установок для выработки электроэнергии, работающих на ископаемом топливе. Передача электрической энергии от этих электростанций потребителям по линиям электропередачи в современной электросети приводит к значительным потерям электроэнергии. Кроме того, опасность электростанций, работающих на ископаемом топливе, привела к

глобальному переходу от этих традиционных установок к солнечным фотоэлектрическим панелям и ветряных турбин.

Используя солнечные фотоэлектрические панели и ветряные турбины, можно сократить выбросы CO<sub>2</sub> во всем мире. Кроме того эти системы могут обеспечить экономические преимущества как для клиентов, так и для коммунальных служб за счет использования управление спросом для динамической корректировки цен на энергоносители таким образом, чтобы можно было разумно распределять нагрузку между электростанциями, работающими на ископаемом топливе и солнечных фотоэлектрических панелей. Чтобы уменьшить углеродный след, существует устойчивая тенденция к внедрению возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – в первую очередь энергии ветра и солнца - в эти инфраструктуры. Использование преимуществ современной способности систем накопления энергии накапливать избыточную энергию. Этот новый метод генерирует различные операционные сценарии, которые усложняют создание удовлетворительных решений для управления энергопотреблением.

### 3.1. Система накопления энергии

Методы накопления энергии делятся на две категории: бортовые и стационарные системы накопления энергии. Бортовые – это те, которые устанавливаются внутри поезда, в то время как стационарные устанавливаются на подстанциях. Энергетическая емкость стационарных выше, чем бортовых, поскольку последняя сохраняет восстановленную энергию только одного поезда. Тем не менее, бортовые системы накопления энергии должны быть в состоянии обеспечить максимальную мощность, вырабатываемую во время перерыва, и потребность в энергии самого поезда. При выборе устройства бортовыми критическими переменными являются размер запоминающего устройства и проблемы безопасности, особенно в пассажирских поездах. Бортовые системы железнодорожных вагонов могут использоваться по трем основным причинам: снижение энергопотребления, снижение пиковой мощности и работа без контактной сети.

Бортовые системы накопления энергии, особенно когда речь идет о поездах большой грузоподъемности, не всегда являются экономически или технически осуществимыми.

Стационарные системы накопления энергии должны обладать большей энергетической емкостью по сравнению с бортовой; с другой стороны, существует больше свободы в выборе размеров системы. Стационарная система хранения с длительным жизненным циклом зарядки/разрядки должна обладать как высокой мощностью, так и энергоемкостью.

### 3.2. Аккумуляторы, конденсаторы и маховик.

Аккумуляторы, конденсаторы и маховик – вот три наиболее часто используемые системы хранения данных.

#### 1. Аккумуляторы

Никель-кадмиевый (Ni-Cd): Эта усовершенствованная технология аккумуляторов отличается длительным сроком службы, считается высоконадежной, имеет низкий саморазряд, высокую надежность и выдерживает широкий диапазон рабочих температур, что делает ее идеальной для применения в тяжелых условиях эксплуатации.

Никель-металлгидридные (Ni-MH): Этот тип батареи имеет тот же положительный электрод и электролит, что и Ni-Cd, но вместо кадмия в качестве отрицательного электрода используется водород. В результате аккумуляторы с Ni-MH гораздо более безопасны для окружающей среды по сравнению с аккумуляторами с Ni-Cd.

#### 2. Конденсаторы

Конденсаторы накапливают энергию в двойном электрохимическом слое. Его удельная мощность значительно больше (500-10000 Вт/кг) по сравнению с батареями, но удельная энергия значительно ниже (0,2–5 Втч/кг). Их применение в тяговых системах включает в себя силовую поддержку при ускорении и подъеме, а также накопление избыточной энергии при рекуперативном торможении. Они также могут образовывать

гибридную систему с другими электрические системы, особенно литий-ионные, обеспечивают высокую удельную мощность и энергию.

### 3.Маховики

Они используются для накопления кинетической энергии, используя момент инерции движущегося ротора. Основная функция ротора заключается в максимизации плотности энергии при сохранении структурной целостности всех компонентов при вращательных и тепловых нагрузках. В некоторых роторах используются тяжелые материалы, обеспечивающие низкую скорость вращения, но они отличаются низкой стоимостью, в то время как в некоторых других используются специальные материалы для достижения высоких скоростей в диапазоне от 10 000 до 100 000 об/мин с недостатками в виде высоких затрат на техническое обслуживание и вес. Основными характеристиками маховиков являются длительный срок службы, высокая эффективность

### Заключение

В этой статье представлены системы электрификации с низкой частотой движения могут оказаться неосуществимыми, особенно при использовании рекуперативного торможения, поскольку более низкие эксплуатационные расходы поезда могут быть компенсированы более высокими затратами на техническое обслуживание. Эта статья также посвящена методам повышения энергоэффективности железных дорог. Установлено, что маховики гораздо более полезны для бортовых систем в случае движения поездов большой грузоподъемности, главным образом из-за их большей энергии и более длительного срока службы. Отмечается, что все три системы хранения используются как стационарные.

### Список использованных источников

1. Шепелевич С.С. Современные методы модернизации контактной сети / С.С. Шепелевич, Е.А. Герцен // Наука, образование, транспорт: материалы III Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОриПС, 2023. С. 38-41.
2. Шепелевич С.С. Повышение надежности системы электроснабжения / С.С. Шепелевич, Р.Г. Галиев // Наука, образование, транспорт: материалы III Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОриПС, 2023. С. 36-39.
3. ГОСТ Р 54959-2012 «Железнодорожная электросвязь. Поездная радиосвязь. Технические требования и методы контроля».

## OVERVIEW OF AC ELECTRIC RAILWAY SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT METHODS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY.

*In this publication, we will conduct a study and analysis of AC railway systems, touching on one of the main problems of such a system - high electricity consumption compared to non-traction systems. We will consider the main methods of operation that can reduce the energy consumption of electric traction systems.*

**Keywords:** *alternating current, traction systems, braking, energy efficiency, electric.*

УДК: 537.8

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ НА СМЕЖНЫЕ ЛИНИИ

*Шепелевич С.С., Ниязова В.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Электрифицированные тяговые сети, имеющие большую электрическую мощность, могут оказывать нежелательное воздействие на линии связи, проходящие в близости от*

*железных дорог, и даже препятствовать нормальной работе линий связи. В электрификации переменного тока для снижения напряжения магнитного влияния используются отсасывающие трансформаторы. Сглаживающие фильтры применяются на подстанциях для снижения электромагнитного влияния тяговой сети на оборудование СЦБ, централизованное оборудование, блокировочную аппаратуру и линии связи. Применение шумоподавляющих материалов, управление вибрацией также повышают безопасность и надежность железнодорожной системы.*

**Ключевые слова:** *тяговая сеть, смежные линии, контактная сеть, рельсы, трансформатор, фильтр, напряжение, телекоммуникационные цепи.*

В современном мире, где инновации и технический прогресс становятся ключевыми двигателями экономики, железнодорожная отрасль Российской Федерации активно ищет пути для адаптации и внедрения новых технологий.

Анализ влияния электромагнитного излучения тяговой сети на смежные линии, необходим для определения инновационных методов его снижения.

Тяговые сети являются частью системы тягового электроснабжения, состоящей из фидеров, контактной сети, рельсовой сети и отсасывающих линий. В некоторых случаях тяговая сеть включает в себя дополнительные провода и оборудование, подключенные к контактной сети и (или) рельсовой сети.

Тяговая сеть состоит из рельсов, контактных линий, подстанций и других элементов, необходимых для передачи энергии от электрической системы к поезду. Это важная часть железнодорожной инфраструктуры, которая обеспечивает электропитание поездов. Однако при передаче энергии по тяговой сети могут возникать различные проблемы, влияющие на соседние линии.

Одной из наиболее распространенных проблем является электромагнитное излучение. Тяговая сеть генерирует сильные электромагнитные поля вокруг себя. При этом, смежные линии, расположенные рядом с тяговой сетью, могут подвергаться воздействию этих полей, что может привести к необходимости принятия дополнительных мер безопасности. Например, некоторые электронные устройства, такие как сигнальные системы, могут быть чувствительны к электромагнитному излучению и могут неправильно функционировать при его воздействии. Поэтому при проектировании и эксплуатации смежных линий необходимо учитывать влияние тяговой сети на электронные системы и принимать соответствующие меры по защите от электромагнитного излучения.

В зависимости от интенсивности воздействия можно разделить на опасные и мешающие. Опасными считаются воздействия, при которых напряжения или токи, наведенные в телекоммуникационных цепях, опасны для жизни операторов и людей, пользующихся связью, а также для оборудования и устройств, находящихся в этих цепях. К мешающим воздействиям относятся те, которые создают помехи в телефонных цепях и снижают качество связи или вызывают искажение сигналов передачи в телеграфных цепях.

В зависимости от характера влияния тяговых сетей на схемы проводной связи различают электрическое, магнитное и гальваническое воздействие. Одновременные электрические и магнитные эффекты называются электромагнетизмом.

#### **Меры по снижению воздействия**

К активным мерам защиты линий связи относятся: управление вибрацией, шумоподавление, применение отсасывающих трансформаторов на трассах переменного тока, фильтрующих устройств для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения на подстанциях постоянного тока. Эти меры воздействуют на все смежные линии и тем эффективнее, чем большее количество линий одновременно защищается. Области применения отсасывающих трансформаторов.

Один из основных аспектов влияния тяговой сети на смежные линии – это шум. Движение поездов по рельсам генерирует шум, который может распространяться на большие расстояния и оказывать негативное воздействие на смежные линии и людей. Для уменьшения шума, связанного с тяговой сетью, можно использовать различные подходы. Это может включать в себя использование шумоподавляющих материалов для рельсов и конструкций, а также звукоизоляцию вокруг тяговой сети.

Еще одним важным аспектом влияния тяговой сети на смежные линии является вибрация. Движение поездов по рельсам вызывает вибрации, которые могут распространяться на смежные линии и инфраструктуру. Для управления вибрацией можно использовать различные технические и конструктивные решения. Например, применение специальных амортизирующих материалов и конструкций поможет снизить уровень вибрации. Также можно регулировать скорость движения поездов и использовать системы виброизоляции для уменьшения влияния вибрации на смежные линии.

В электрификации переменного тока для снижения напряжения магнитного влияния используются отсасывающие трансформаторы.

Основная идея этого метода заключается в повышении экранирующего эффекта рельсов. Для этого расстояние между контактной сетью и рельсом увеличивается. Также возможно уменьшить продольное сопротивление рельсов, что является затруднительным. Степень адгезии может быть увеличена с помощью специального преобразователя, называемого отсасывающим. Это связано с тем, что отсасывающий трансформатор перемещает ток нагрузки по рельсам, как будто ток высасывается из земли.

#### **Сглаживающие фильтры для подстанций постоянного тока**

Простейшим сглаживающим устройством является конденсатор, подключенный параллельно нагрузке, который имеет большое сопротивление постоянной составляющей выпрямленного тока и небольшое сопротивление переменной составляющей. Чтобы сделать пульсацию более плавной, используется устройство, состоящее из 2 элементов: емкости и индуктивности. Принцип работы такого фильтра основан на том, что дроссель с достаточно большим сопротивлением переменной составляющей действует как барьер для гармоник выпрямленного тока, в результате чего через нагрузку протекает ток со значительно улучшенными характеристиками.

Сглаживающие фильтры используются на подстанциях для снижения электромагнитного воздействия тяговых сетей на оборудование СЦБ, централизованное оборудование, блокирующее оборудование и линии связи. Чтобы уменьшить пульсации выпрямленного напряжения, на выходе подстанции может быть установлен сглаживающий фильтр.

Такие фильтры имеют резонансный контур, настроенный на определенную частоту интерференционных гармоник, что позволяет значительно увеличить сопротивление некоторых составляющих выпрямительного тока токоограничивающего реактора в цепи и уменьшить величину переменных составляющих выпрямительного тока, проходящего через фильтр.

В зависимости от конструктивного исполнения фильтры бывают однозвенные и двухзвенные. Однозвенные фильтры применяются для 12- и 24-импульсных систем выпрямления, а также для линий связи кабельного или волоконно-оптического исполнения. В противном случае двухзвенная система сглаживающих фильтров используется для устранения как гармоник(кратных 300Гц) 6-фазных систем выпрямления, так и гармоник(кратных 100 Гц), возникающих из-за не симметрии питающего напряжения.

#### **Список использованных источников**

1. Энциклопедия железнодорожного транспорта, научное издательство. М.: БРЭ, 1995.
2. Шепелевич С.С. Современные устройства защитного отключения / С.С. Шепелевич, Е.А. Трунин // Молодежная наука в XXI веке: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции. Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 299-301.

3. Шепелевич С.С. Современные методы защиты от электромагнитного воздействия / С.С. Шепелевич, Е.А. Трунин // Наука, образование, транспорт: материалы III Международной научно-методической конференции. Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 33-37.

4. <https://www.metainfo.ru/ru/news/140808>

5. Фрайфельд А.В. Проектирование контактной сети. М. Транспорт, 2014. 328 с.

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF THE TRACTION NETWORK ON ADJACENT LINES**

*Electrified traction networks with high electrical power can have an undesirable effect on communication lines running in the vicinity of railways, and even interfere with the normal operation of communication lines. In AC electrification, suction transformers are used to reduce the magnetic influence voltage. Smoothing filters are used at substations to reduce the electromagnetic influence of the traction network on signaling equipment, centralized equipment, interlocking equipment and communication lines. The use of noise reduction materials and vibration control also improve the safety and reliability of the railway system.*

**Keywords:** *traction network, adjacent lines, contact network, rails, transformer, filter, voltage, telecommunication circuits.*



## Секция 2. Фундаментальные и прикладные научные исследования в транспортной сфере: актуальные вопросы, достижения, научные дискуссии

УДК 625.1

### СТАНОВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ УСТРОЙСТВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ

*Абдуллина А.Р., Снежинская Е.С., Литвиненко Р.С.*

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия*

*В последние десятилетия произошли существенные изменения в организации обслуживания и эксплуатации стационарных устройств ВСМ, связанные с развитием высокоскоростного железнодорожного движения и новыми технологиями. Сейчас необходимо применять комплексный подход к организации обслуживания, учитывая особенности и потребности различных типов железнодорожных линий.*

**Ключевые слова:** *высокоскоростная железнодорожная магистраль, железнодорожные линии, железнодорожный транспорт.*

Организационные принципы обслуживания стационарных устройств ВСМ складывались на протяжении четырех десятилетий с вводом в строй первой в мире высокоскоростной магистрали Токио-Осака в Японии, затем с созданием ВСМ во Франции, Италии, Германии и других странах и базировались на предыдущем опыте эксплуатации магистральных железных дорог [1].

В последние десятилетия в Европе и в целом в мире произошел ряд важных изменений на железных дорогах и в их окружении, связанных с развитием высокоскоростных железнодорожных перевозок, в том числе в Европе – международных, и рядом других факторов, в частности:

- реорганизацией железнодорожного транспорта во многих странах приватизацией и либерализацией, допуском на железнодорожную инфраструктуру многих операторов;
- применением новых технологий в различных подструктурах железнодорожного транспорта, принятием международных норм и правил;
- новыми формами организации строительства, эксплуатации и обслуживания железных дорог на основе контрактных отношений [2].

В связи с этими изменениями и возникшими обстоятельствами МСЖД обобщил и проанализировал:

- опыт в этой области, приобретенный за прошедшие десятилетия;
- наиболее существенные нововведения, касающиеся железнодорожной инфраструктуры;
- изменения в различных подструктурах;
- опыт взаимодействия между операторами подвижного состава и владельцами железнодорожной инфраструктуры;
- наиболее значимые результаты в данной области за пределами Европы.

Наиболее существенными железнодорожными технологиями, внедренными в последние десятилетия, являются:

- технологии, обеспечивающие большую безопасность труда на железных дорогах;
- технологии, определяющие новые стандарты безопасности на железных дорогах;
- все более широкое использование безбалластных конструкций пути;
- использование рельсовых скреплений нового поколения;

- введение новых систем СЦБ, основанных на стандартах ERTMS-ETCS, поддерживаемых системами связи, основанными на стандартах GSM-R;
- применение новых материалов, в частности, рельсовых сталей, материалов для контактной подвески, и др.;
- применение новых технологий высокоточной геодезической привязки элементов инфраструктуры для планирования и контроля производства работ;
- использование нового поколения машин для обслуживания различных устройств железнодорожной инфраструктуры;
- использование высокочувствительных приборов неразрушающего контроля для анализа состояния устройств и оборудования ВСМ, и, в конечном итоге, уменьшения времени их неработоспособности, и др [3].

Большинство ВСМ, введенных в эксплуатацию до начала XXI столетия, были специализированными линиями, предназначенными исключительно для пассажирского движения.

С увеличением числа ВСМ и ростом на них объемов перевозок, в странах, имеющих высокоскоростное железнодорожное движение, сформировалось 3 типа железнодорожных линий:

- линии для пассажирского движения с различным типом поездов;
- линии со смешанным движением высокоскоростных пассажирских и грузовых поездов;
- линии со смешанным пассажирским и грузовым движением с большой разницей в максимальной скорости.

МСЖД рекомендует придерживаться системы, включающей 4 уровня обслуживания ВСМ:

Уровень 1: обслуживание или ремонт на месте штатными сотрудниками компании владельца инфраструктуры, отвечающими за данный территориальный участок; может быть выполнено без перерыва движения или с максимальным перерывом.

Уровень 2: привлечение специализированных бригад по обслуживанию технических устройств, машин, контрольных приборов базы обслуживания; зарезервированных запасных частей и сменного оборудования. Для проведения работ как правило, необходимы "окна" (перерыв в движении поездов).

Уровень 3: необходимость привлечения специалистов организации-поставщика оборудования, контроль и ремонт завершается на его предприятии; если возможно, применение стандартной замены элементов. Для проведения работ как правило, необходимы "окна" (перерыв в движении поездов).

Уровень 4: обширная замена и ремонтные работы по возобновлению работоспособного состояния устройств и оборудования. Обязательное предоставление "окон".

В странах Европейского Союза принят методологический подход к проектированию, строительству и эксплуатации ВСМ. В соответствии с указанным принципом еще на стадии проектирования ВСМ должны быть заложены и подтверждены все четыре указанных принципа будущей эксплуатации и обслуживания всех устройств ВСМ.

До недавнего времени важнейшим отправным пунктом организации обслуживания железных дорог являлось обязательное полное профилактическое обслуживание всех стационарных устройств, независимо от их фактического состояния (осмотр, ревизия, чистка, регулировка, обязательная полная замена деталей, паспортный срок эксплуатации которых вышел, и т.д.).

В настоящее время всё больше отходят от этой практики в силу её высокой стоимости, потребности в большой численности обслуживающего персонала; продолжительном занятии железнодорожных линий с перерывом движения поездов, невозможности добиться требуемого уровня технического состояния устройств [4].

Активно внедряется метод обслуживания, базирующийся на информации о фактическом техническом состоянии устройств, приборов, оборудования - СВМ.

Организации, обслуживающие железнодорожные устройства, делают свой выбор между двумя возможными направлениями развития:

- инвестиции в диагностические комплексы и аппаратуру, обеспечивающие высококачественную информацию о состоянии объектов;
- необходимость увеличения обслуживающего персонала с риском того, что требуемый уровень состояния устройств и оборудования так и не будет достигнут.

#### Список использованных источников

1. Литвиненко Р.С. Подход к оценке пропускной способности городской электротранспортной системы с учетом надежности / Р.С. Литвиненко, М.В. Ферапонтова, А.Р. Литвиненко // Разработка и эксплуатация электротехнических комплексов и систем энергетики и наземного транспорта: материалы III Международной научно-практической конференции, Омск, 06 декабря 2018 года. Омск: ОмГУПС, 2018. С. 126-133.
2. Литвиненко Р.С. Пропускная способность городской электротранспортной системы с учетом надежности ее инфраструктуры / Р.С. Литвиненко, В.С. Спургис // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 20–21 марта 2019 года. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. С. 114-125.
3. Поиск синергетической модели городской транспортной системы / П.П. Павлов, А.Э. Аухадеев, Р.С. Литвиненко, Ю.А. Рылов // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Казань, 27–28 февраля 2018 года / Аппарат Президента Республики Татарстан. Том Часть 1. Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2018. С. 390-397.
4. К вопросу о развитии теории тягового электрооборудования городского электрического транспорта / А.Э. Аухадеев, Р.С. Литвиненко, Л.Н. Киснеева, Д.И. Тухбатуллина // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2019. Т. 15, № 4. С. 12-18.

### FORMATION OF ORGANIZATIONAL PRINCIPLES OF MAINTENANCE OF STATIONARY DEVICES OF A HIGH-SPEED RAILWAY

*In recent decades, there have been significant changes in the organization of maintenance and operation of stationary HSR devices associated with the development of high-speed rail traffic and new technologies. Now it is necessary to apply an integrated approach to the organization of service, taking into account the features and needs of various types of railway lines.*

**Keywords:** *high-speed railway, railway lines, railway transport.*

УДК 656.22

### ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПА «ЕДИНОГО БИЛЕТА» ДЛЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

*Альмухаметов Р.Х., Терновская А.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье рассмотрим организацию мультимодальных перевозок пассажиров в Оренбургской области, с применением пригородного железнодорожного сообщения и маршрутных автобусов в отдалённые районы нашей области.*

**Ключевые слова:** *пригородное сообщение, единый билет, мультимодальные перевозки.*

В пассажирском сообщении на местности Оренбургской области задействовано 150 станций и остановочных пунктов. При том что в области существует более 250 станций и остановочных пунктов.

Перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом в пригородном сообщении в Оренбургской области осуществляет пассажирская компания ОАО "Свердловская пригородная компания".

В настоящий момент, пассажирооборот пригородного железнодорожного транспорта Оренбургской области в 2022 году составил 71380,0 тыс. пассажиро-километров – по данным АО «Свердловская пригородная компания».

На сегодняшний день, в Оренбургской области существуют следующие направления движения пассажирских пригородных поездов:

- 1) Оренбург–Илецк-1
- 2) Оренбург–Кувандык–Медногорск–Орск
- 3) Оренбург–Новосергиевская–Бузулук
- 4) Орск – Рудный Клад
- 5) Орск – Айдырля
- 6) Бузулук – Тюльпан
- 7) Бузулук – Колгубанка [3]



Рисунок 1 – Карта Оренбургской области

Из карты области (рисунок 1) мы видим, что область не оснащена пригородным железнодорожным сообщением в полной мере, стороны северо-запада, юго-запада и востока области нуждается в модернизации движения и требует особого внимания, ведь люди нуждаются в безопасном и комфортном перемещении по области.

В следствии чего, хотим предложить следующий вариант модернизации. С 2014 года в направлении Крыма осуществляется функция Единого билета.

Единый билет – это услуга, в комбинированном железнодорожном – автобусном – морском сообщении с Крымом, позволяющая оформить право на проезд тремя видами транспорта.

В условиях нашего региона мы будем рассматривать 2 вида транспорта: пригородные железнодорожные поезда и автобусы. Так как жители области испытывают трудности в перемещении по области, пользуются услугами попутчиков, редкими маршрутными автобусами, которые в некоторых районных центрах ходят всего лишь 3 раза в неделю, либо используют личный транспорт [1].

Районные центры Северное, Бугуруслан, Абдулино, Матвеевка, Адамовка, Шарлык, Первомайский и др. оторваны от железнодорожного сообщения и нуждаются в альтернативных видах транспорта.

В данном случае предлагаем разработать и в нашем регионе систему Единого билета, чтобы люди могли беспрепятственно перемещаться по области.

Рассмотрим северо-западное направление нашей области район Северный, он является самым отдалённым районом области. Чтобы проехать в город Оренбурга из этого района жители области могут приобрести билет на пригородный поезд Бузулук – Оренбург, который ходит утром в направлении Оренбурга в 5 часов 55 минут, а вечером в обратном направлении в 17 часов 35 минут. От района Северное до города Бузулука на машине время в пути занимает примерно 2 часа, из чего делаем вывод что маршрутный автобус из района Северного должен выходить примерно в 3 часа 20 минут, чтобы люди могли спокойно пересечь на пригородный поезд и отправится в областной центр. Средняя цена на проезд автотранспортом из района Северного в город Бузулук составляет 600 рублей. В нашем мультимодальном маршруте с использованием Единого билета цена на пригородный поезд составляет 390 рублей от города Бузулука до города Оренбург, а так как мы запустим постоянный маршрутный автобус от района Северное до города Бузулука цена на билет может составить 400 рублей, в следствии чего Единый билет выйдет 790 рублей от района Северный до города Оренбург. А время в пути составит 7 часов 30 минут. Так как в настоящий момент в области нет постоянного сообщения с районом Северное, то жителям области приходится пользоваться личным транспортом, что в свою очередь увеличивает количество дорожно-транспортных происшествий.

В юго-западном направлении располагается район Первомайский, он также отрезан от областного центра в части пригородного железнодорожного сообщения. Рассмотреть принцип Единого билета тоже является уместным, для безопасного перемещения людей внутри области.

В плане реализации есть несколько веток развития данной системы. Так как для мультимодальных перевозок нужно минимум два вида транспорта автотранспорт, а именно маршрутные автобусы можно получить следующим образом:

- закупкой собственного автотранспорта для ОАО «РЖД»;
- заключение договора с компаниями, либо с частными лица обслуживающими данный маршрут.

Как уже упоминалось из центра области в окраины добраться железнодорожным транспортом невозможно. Восток, юго-запада и северо-запад не обеспечены железнодорожным сообщением с областным центром, что приносит неудобство для передвижения пассажиров с этих частей Оренбургской области. Даже если основным потребителем данного вида транспорта являются студенты, молодая часть населения и преимущественно пенсионеры, это не является основным фактором для ограничения населения в передвижении на железнодорожном транспорте.

Система Единого билета позволит всем слоям населения добираться до центра области без больших затрат и в комфортной обстановке. Востребованность в железнодорожном транспорте возрастёт, следовательно, возрастёт пассажирооборот в Оренбургской области.

В начале реализации проекта, можно позаимствовать опыт Крыма и на первоначальном этапе Единый билет можно будет приобрести в железнодорожных кассах, но по мере реализации проекта, возможно создание приложения для приобретения Единого билета, не выходя из дома.

В соответствии с «Распоряжение Правительства РФ от 19 мая 2014 г. N 857-р Об утверждении Концепции развития пригородных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом и плана мероприятий по реализации Концепции» принято, что организация пригородного сообщения должна осуществляться субъектом Российской Федерации, поэтому хотим предложить правительству Оренбургской области реализацию данного проекта для увеличения пассажирооборота на территории нашего региона и для улучшения транспортной системы в области [2].

#### Список используемых источников

1. Министерство строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта Оренбургской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minstroyoren.orb.ru/activity/350/>
2. Распоряжение Правительства РФ от 19.05.2014 N 857-р Об утверждении Концепции развития пригородных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом и плана мероприятий по реализации Концепции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70659638/>

### IMPLEMENTATION OF THE «SINGLE TICKET» PRINCIPLE FOR THE ORENBURG REGION

*In this article, we will consider the organization of multimodal passenger transportation in the Orenburg region, using suburban rail and shuttle buses to remote areas of our region.*

**Keywords:** *suburban traffic, single ticket, multimodal transportation.*

УДК 629.4

### АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ УМЕНЬШИТЬ ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА ЛОКОМОТИВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

*Асабин В.В., Просвирнин В.С.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье произведен обзор технических решений, применение которых позволит снизить влияние низкой и высокой температуры атмосферного воздуха на эксплуатацию локомотивных энергетических установок. На основании данного обзора предложено рассмотреть техническое решение, основанное на принципе действия абсорбционной холодильной машины, для круглогодичной полезной эксплуатации. Приведено обоснование предложения и сформулированы задачи, решаемые с его помощью в летний и зимний периоды эксплуатации.*

**Ключевые слова:** *энергетическая установка тепловоза, абсорбционная холодильная машина, температура окружающей среды, тепловой аккумулятор фазового перехода, охладитель наддувочного воздуха, предпусковой подогреватель, охлаждение двигателя внутреннего сгорания, прогрев двигателя внутреннего сгорания.*

На данный момент известны следующие технические решения, позволяющие компенсировать влияние атмосферных условий эксплуатации на энергетические установки (далее ЭУ) тепловозов.

Для снижения влияния низкой температуры окружающей среды разработаны следующие технические решения:

- Тепловые аккумуляторы фазового перехода,
- Предпусковые подогреватели воды и масла,
- Подогреватели наддувочного воздуха (далее НВ).

Тепловой аккумулятор воды и масла работает на принципе сохранения тепла за счет фазового перехода теплоаккумулирующего вещества. Данный метод применяется, в основном, для сокращения времени прогрева. Принцип действия аккумулятора подробно описан в авторском свидетельстве № 2150603 «Тепловой аккумулятор фазового перехода».

Утилизация и аккумулирование теплоты обеспечивается за счет прохождения отработавших газов ЭУ через теплообменник и нагрева теплоаккумулирующего вещества (далее ТАВ). ТАВ претерпевает полиморфное превращение в твердой фазе без изменения объема. При отдаче накопленной теплоты в жидкостный теплообменник подается теплоноситель, нагревающийся за счет теплообмена с ТАВ, который претерпевает обратное полиморфное превращение в твердой фазе [1].

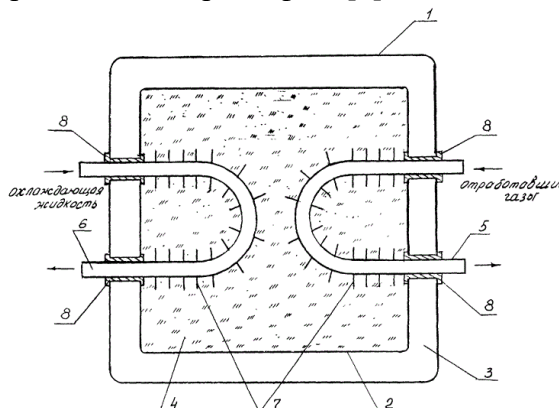


Рисунок 1 – Тепловой аккумулятор фазового перехода

Тепловой аккумулятор фазового перехода (рисунок 1) состоит из: 1 – наружный корпус, 2 – внутренний корпус, 3 – теплоизоляция, 4 – ТАВ, 5 – газовый теплообменник, 6 – жидкостный теплообменник, 7 – оребрение, 8 – герметизирующая втулка.

Предпусковые подогреватели существуют в различных исполнениях. Источником энергии может служить как электричество, так и тепло.

Например, система прогрева, работающая на электрической энергии описана в авторском свидетельстве № 2735962 «Автоматизированная система прогрева рельсового автобуса в зимних условиях» [2].

Работающая же на тепловой энергии система описана в авторском свидетельстве № 2530965 «Система для поддержания готовности к запуску двигателя внутреннего сгорания тепловоза» [3].

Отдельно стоит выделить техническое решение, использующее для ускорения послепускового прогрева тепловую энергию выхлопных газов. Для этого в зимний период подогревается НВ, что ускоряет приведение тепловозной ЭУ в потребный температурный режим. Данное техническое решение описано в авторском свидетельстве № 2262603 «Автоматическая система регулирования температуры наддувочного воздуха двигателя внутреннего сгорания» [4].

Для снижения влияния высокой температуры атмосферного воздуха технические решения направлены в большей мере на снижение температуры воздушного заряда. Их можно разделить по следующим способам:

- Подача дополнительного охлажденного воздуха непосредственно в цилиндр;
- Использование теплоаккумулирующего вещества в охладителе наддувочного воздуха (далее ОНВ);
- Регулировка площади ОНВ омываемой охлаждающим воздухом;
- Применение абсорбционных холодильных машин.

Способ повышения мощности ЭУ в условиях жаркого климата путем подачи дополнительного охлажденного воздуха описан в диссертационной работе Гаврилова А. М. «Влияние охлаждения наддувочного и дополнительного воздуха на технико-экономические показатели дизельного двигателя».

Принцип работы (рисунок 2) основан на создании вихревого движения создавать в конце наполнения и начале сжатия, путем ввода в цилиндр дополнительного воздуха под углом к диаметральной и осевой плоскостям [5].

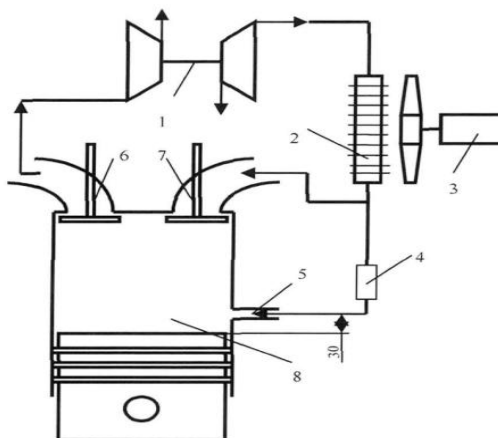


Рисунок 2 – Способ подачи дополнительного воздуха в цилиндр:

1 – турбокомпрессор, 2 – охладитель наддувочного воздуха, 3 – вентилятор, 4 – ресивер, 5 – клапан подачи дополнительного воздуха, 6 – выпускной клапан, 7 – впускной клапан, 8 – цилиндр.

Способ стабилизации температуры НВ на переменных режимах работы ДВС описан в диссертационной работе Берестнева Г.А. «Обеспечение стабилизации температуры наддувочного воздуха в комбинированных двигателях путем применения теплового аккумулятора».

При работе двигателя под большой нагрузкой воздух проходит через стабилизатор с теплоаккумулирующим веществом, охлаждаясь в процессе. При длительной работе под большой нагрузкой к теплоаккумулятору подводится охлаждающая жидкость.

При работе ДВС под малой нагрузкой к теплоаккумулятору отдает накопленное тепло и нагревает НВ. При длительной работе под малой нагрузкой к стабилизатору подводятся выхлопные газы, нагревая НВ.

При периодическом чередовании режимов работы в эксплуатации техническое решение обеспечивает снижение диапазона разности температур НВ за счет фазового перехода теплоаккумулирующего вещества.

Стабилизатор представляет из себя кожухотрубный теплообменник [6].

Схема предложенного технического решения представлена на рисунке 3.

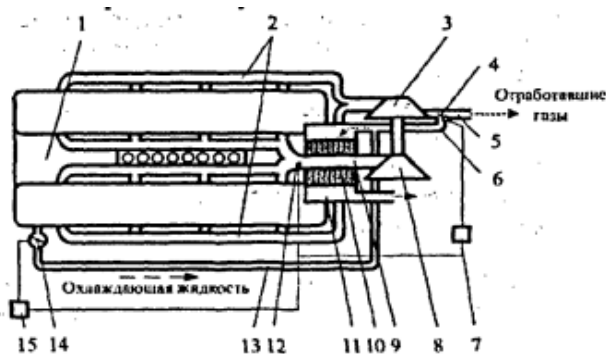


Рисунок 3 – Принципиальная схема системы стабилизации температуры НВ: 1 – дизель, 2 – выпускные коллекторы, 3 – газовая турбина, 4 – регулирующая заслонка, 5 – выхлопная труба, 6 – патрубок подвода отработавших газов к стабилизатору, 7 и 15 – управляющее устройство, 8 – турбокомпрессор, 9 – впускной коллектор, 10 – теплоаккумулирующее вещество, 11 – полость для прохода отработавших газов или охлаждающей жидкости, 12 – температурный датчик, 13 – патрубок подвода охлаждающей жидкости, 14 – клапан



Еще один из способов регулирования температуры наддува описан в диссертационной работе Нефедова В.И. «Улучшение параметров форсированных дизелей воздушного охлаждения изменением глубины охлаждения наддувочного воздуха».

Его суть заключается в изменении площади теплообмена, омываемой охлаждающим воздухом. Для этого электродвигатель, управляемый термостатом, регулирует через систему тяг поток воздуха, омывающего ОНВ [7].

Схема предложенного технического решения представлена на рисунке 4.

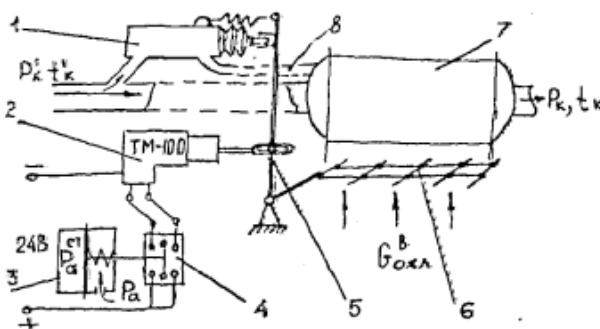


Рисунок 4 – Схема устройства для регулирования охлаждения НВ форсированного двигателя: 1 – термостат, 2 – электродвигатель, 3 – пневмокамера, 4 – переключатель, 5 – рычаг, 6 – жалюзи, 7 – интеркуллер, 8 – канал

Отдельного внимания заслуживает использование абсорбционных холодильных машин, для снижения температуры НВ. Принцип действия описан в авторском свидетельстве № 2304725 «Газотурбинная установка».

Авторы предлагают использование в летнее время года абсорбционных холодильных машин вместо котлов-утилизаторов. Принцип действия абсорбционной холодильной машины (далее АБХМ) представлен на рисунке 5.

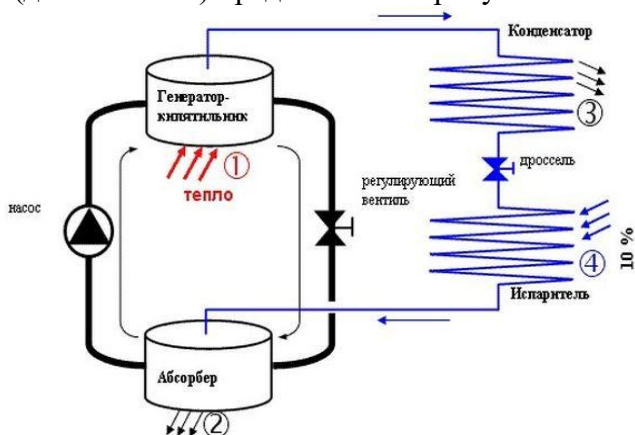


Рисунок 5 – Принцип действия абсорбционной холодильной машины

В кипятильнике-генераторе находится слабый раствор бромида лития. Тепло подведенное извне нагревает его, и вода начинает испаряться, создавая повышенное давление, а концентрированный раствор через вентиль сливается в абсорбер. Далее в конденсаторе водяной пар насыщается и конденсируется, распыляясь через дроссель в испаритель, под действием избыточного давления, создаваемого в генераторе посредством парообразования. Попадая на поверхность испарителя при давлении 0.1 от атмосферного, вода закипает, отводя тепло. Получившиеся водяные пары поглощаются посредством химической реакции концентрированным раствором бромида лития, попадающим в абсорбер из генератора-кипятильника, поддерживая разрежение в испарителе. Далее

слабый раствор бромида лития перекачивается в генератор-кипятильник посредством центробежного насоса и цикл замыкается [8, 9].

Само же техническое решение представлено на рисунке 6.

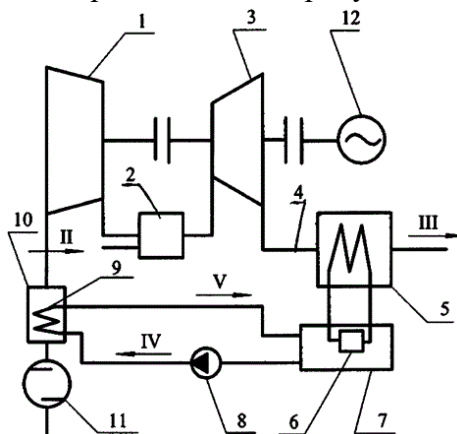


Рисунок 6 – Газотурбинная установка с абсорбционным ОНВ

Оно содержит следующие узлы: 1 – компрессор, 2 – камера сгорания, 3 – турбина, 4 – газоход, 5 – теплообменник, 6 – генератор АБХМ, 7 – АБХМ, 8 – насос, 9 – испаритель АБХМ, 10 – абсорбционный ОНВ, 11 – воздушный фильтр, 12 – электрический генератор [10].

Как видно из описанных выше технических решений, их главный недостаток – невозможность круглогодичной эксплуатации. Поэтому, для локомотивного хозяйства необходимо предложить на их основании способ полезного их использования в летний и зимний периоды. Для этой цели лучше всего может подойти система, основанная на конструкции АБХМ. Её принцип действия позволяет создать универсальную систему стабилизации температурного режима локомотивной ЭУ, чему способствует следующее:

1. Возможность круглогодичной утилизации теплоты выхлопных газов
2. Отсутствие отбора полезной мощности ДГУ
3. Возможность прямого соединения генератора и использования хладагента в качестве теплоносителя
4. Минимальное вмешательство в изначально заложенную конструкцию локомотива
5. Перспектива совместного использования данной системы и системы рециркуляции отработавших газов
6. Возможен переход с зимнего на летний период эксплуатации на техническом обслуживании в объеме ТО-5, без дополнительной технологической оснастки.

В летний период система должна решать задачу дополнительного охлаждения водяной системы, что приведет к уменьшению продолжительности работы вентилятора холодильника. Это позволит уменьшить расход топлива на его привод, увеличить межремонтный пробег и вероятность безотказной работы гидромеханического привода вентилятора на тепловозах, где он присутствует.

В зимний период система должна решать задачу дополнительного прогрева водяной системы, что приведет к снижению расхода ТЭР на прогрев, улучшению температурного режима. Это позволит снизить интенсивность износа трущихся деталей цилиндро-поршневой группы.

#### Список использованных источников

1. Шульгин В.В., Гулин С.Д., Яковлев С.А. «Тепловой аккумулятор фазового перехода». Патент 2150603 РФ F02N 17/00. Оpubл. 10.06.2000.
2. Шепелин П.В., Безденежных С.Н. «Автоматизированная система прогрева рельсового автобуса в зимних условиях». Патент 2735962 РФ B61D 13/00. Оpubл. 11.11.2020.

3. Рачков С.Р. и др. «Система для поддержания готовности к запуску двигателя внутреннего сгорания тепловоза» Патент 2530965 РФ F02N 19/04, F01M 5/02, F02M 31/125, B60K 11/00. Опубл. 30.05.2013.
4. Луков Н.М., Ромашкова О.Н., Космодамианский А.С., Алейников И.А. «Автоматическая система регулирования температуры наддувочного воздуха двигателя внутреннего сгорания» Патент 2262603 РФ F02N 17/047. Опубл. 20.10.2005.
5. Гаврилов А.М. Влияние охлаждения наддувочного воздуха на технико-экономические показатели дизельного двигателя: автореф. дисс. канд. тех. наук. Казань: КГАУ 2008. 21 с.
6. Берестенев Г.А. Обеспечение стабилизации температуры наддувочного воздуха в комбинированных двигателях путем применения теплового аккумулятора: дисс. канд. тех. наук. Челябинск: ЮУрГУ 2006. 138 с.
7. Нефедов В.И. Улучшение параметров форсированных дизелей воздушного охлаждения изменением глубины охлаждения наддувочного воздуха: автореф. дисс. канд. тех. наук. Челябинск: ЧВАИ 1998. 26 с.
8. Голубева И.А., Мещерин И.В., Родина Е.В. Газоперерабатывающие предприятия России; под ред. А. Л. Лапидуса. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 456 с.
9. Энерго- и экологически эффективные технологии генерации холода и теплоты: монография / О.Б. Цветков, А.В. Бараненко, Ю.А. Лаптев. СПб.: Страта, 2018. 292 с.
10. Жабо В.В. и др. «Газотурбинная установка» Патент 2304725 РФ МПК F02C 3/00, F25B 11/00. Опубл. 20.08.2007.

### **ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS TO REDUCE THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC CONDITIONS ON LOCOMOTIVE POWER PLANTS**

*The article provides an overview of technical solutions, the use of which will reduce the influence of low and high ambient temperatures on the operation of locomotive power plants. Based on this review, it is proposed to consider a technical solution based on the principle of operation of an absorption refrigerating machine for year-round useful operation. The substantiation of the proposal is given and the tasks solved with its help in the summer and winter periods of operation are formulated.*

**Keywords:** *locomotive power plant, absorption refrigerating machine, ambient temperature, phase transition heat accumulator, charge air cooler, preheater, internal combustion engine cooling, internal combustion engine heating*

УДК 629.42:681.586

### **АНАЛИЗ ЛОКОМОТИВНОГО УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ КЛУБ-У**

*Архирейский А.А., Миронов А.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У, также рассмотрены место нахождения устройства на локомотиве*

**Ключевые слова:** *локомотивное устройство безопасности, КЛУБ-У*

Комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ) предназначено для повышения безопасности движения в поездной и маневровой работе за счет приема сигнальной информации от путевых устройств АЛСН и АЛС-ЕН и отображения ее на индикаторах и мониторах машинистов.

Аппаратура КЛУБ серийно внедряется на Российских железных дорогах, начиная с 1994 г. Она выполнена на базе микропроцессорной техники и для повышения надежности имеет 100%-ное активное резервирование функциональных модулей.

Разрабатываемое локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У представляет собой последнее слово в технике и инженерии, совершенное сочетание передовых

технологий и надежности. Оно специально разработано для использования на железнодорожных линиях различных типов, обеспечивая безопасность и эффективность функционирования локомотивов [1, 2].

Анализ устройства безопасности КЛУБ-У позволяет убедиться в его эффективности и непревзойденных характеристиках. Вооруженное передовыми датчиками и системами, оно обеспечивает точную и надежную работу локомотива в самых различных условиях эксплуатации.

Одной из ключевых особенностей КЛУБ-У является конструкция, разработанная с учетом максимальной безопасности. Оно оснащено системой контроля и самодиагностики, что позволяет автоматически обнаруживать и локализовывать возможные поломки или неисправности. Благодаря этому, локомотив, оснащенный данным устройством, имеет повышенную готовность к эксплуатации и снижает риск отказа.



Рисунок 1 – Размещение оборудования в кабине локомотива

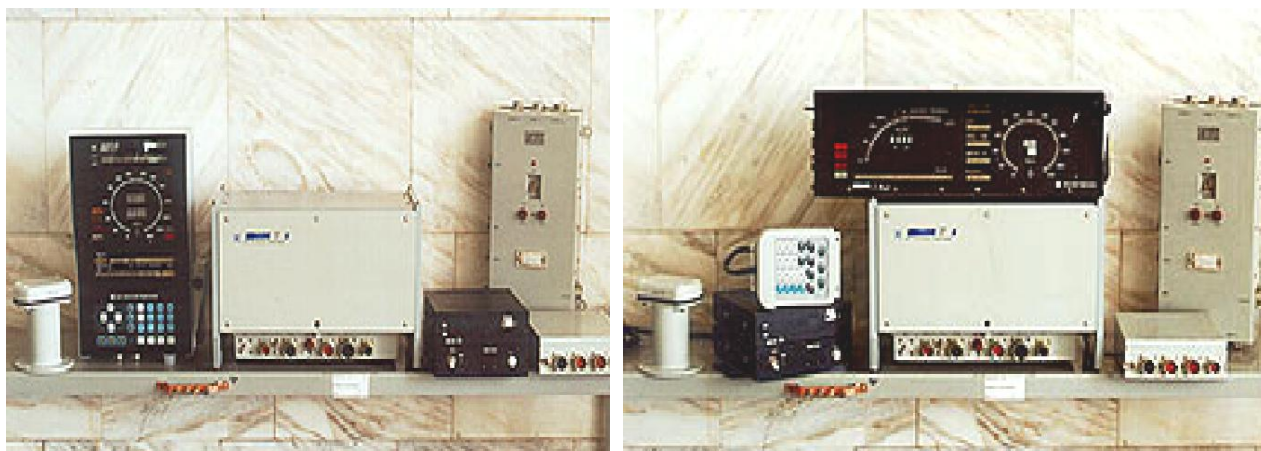


Рисунок 2 – Состав оборудования с разными вариантами исполнения блока индикации/ввода параметров

Надежность и долговечность локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У достигается за счет применения высококачественных материалов и компонентов. Комплексная система систематического тестирования и контроля качества гарантирует, что каждое устройство соответствует самым строгим требованиям безопасности и производительности.

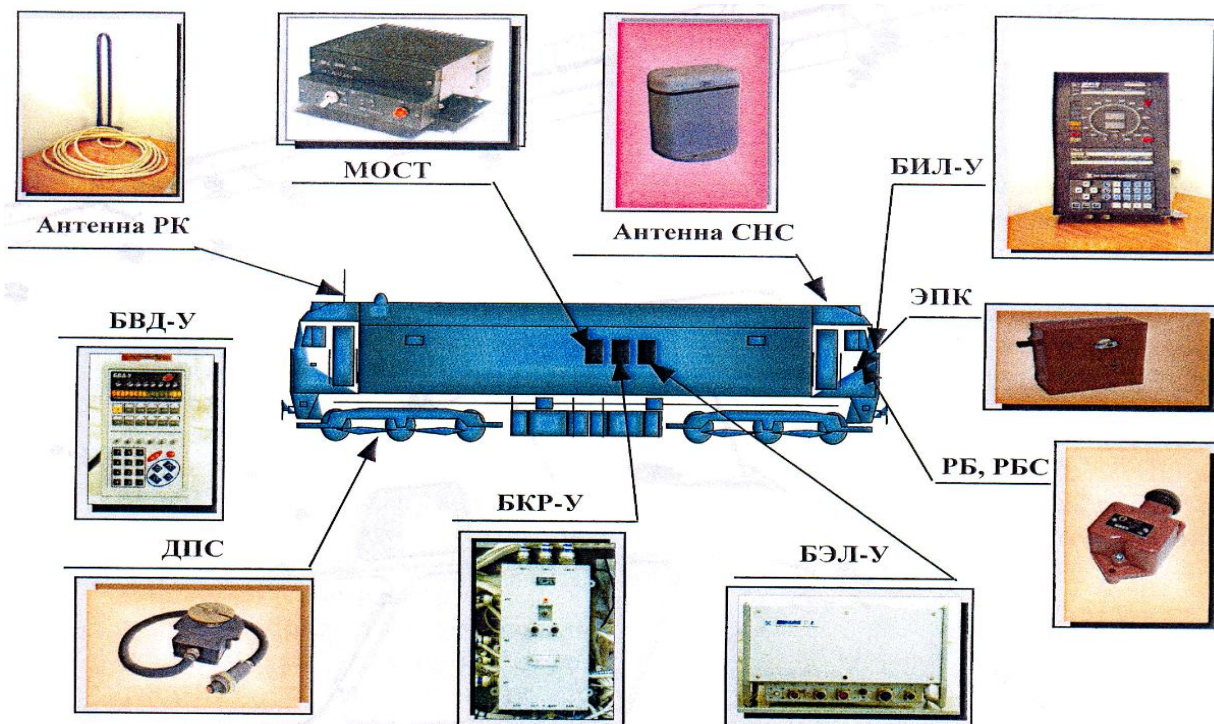


Рисунок 3 – Состав локомотивного оборудования КЛУБ-У

КЛУБ-У также обладает возможностью адаптации под различные типы локомотивов и железнодорожных систем. Это позволяет внедрять устройство на существующих железнодорожных путях, с минимальными изменениями и затратами. Гибкость и универсальность устройства гарантирует его широкое использование и успешную эксплуатацию в различных географических и климатических условиях [3].

Анализ локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У подтверждает его высокое качество и безопасность, а также его способность к интеграции с различными типами локомотивов и железнодорожных систем. Устройство является важным шагом в обеспечении безопасности и эффективности движения локомотивов и представляет собой надежного и современного партнера в области железнодорожного транспорта.

С целью поддержания и восстановления работоспособного состояния устройства необходимо проводить комплекс технических мероприятий в условия локомотивного депо. Организация работ по ремонту должна соответствовать высоким требованиям бережливого производства с применением системы 5S [4, 5].

Оптимизация процессов ремонта устройства КЛУБ-У на базе активного использования инструментов бережливого производства возможно на основе глубокого и всестороннего анализа условий производства. Одним из распространенных методов организации такого анализа является проведение деловых игр [6, 7].

#### Список использованных источников

1. Патент № 2248899 С1 Российская Федерация, МПК В61L 25/04. комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное (КЛУБ-У) : № 2003129732/11 : заявл. 08.10.2003 : опубл. 27.03.2005 / А.Ю. Елагин, В.И. Зорин, С.В. Киселева [и др.]; заявитель ООО "Транспортные системы безопасности и автоматической локомотивной сигнализации" (ООО "СБ-ТРАНС-АЛС"). – EDN UXSEN.L.
2. Инструкция по эксплуатации устройства безопасности комплексного локомотивного унифицированного КЛУБ-У : утверждаю ОАО "РЖД" (Открытое АО "Российские железные дороги") 30.06.2004. М. : Техинформ, 2008. 45 с.
3. Отчик Д.В. Комплексное унифицированное локомотивное устройство безопасности // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тамбов, 28 февраля 2014 года. Т. 9. Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2014. С. 102-103.

4. Чеченова Л.М. Оптимизация процессов на базе активного использования инструментов бережливого производства ОАО "РЖД" // Транспортное дело России. 2022. № 4. С. 67-70.

5. Амиров Н.Э. Анализ применения системы 5S на участке по ремонту комплексного унифицированного локомотивного устройства безопасности (клуб-у) // Дни студенческой науки: сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся Самарского государственного университета путей сообщения. В трех томах, Самара, 02–25 апреля 2019 года. Т.20. Самара: СамГУПС, 2019. С. 92-93.

6. Архирейский А.А. Деловая игра "Ранжирование мероприятий по повышению уровня качества процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей" // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 01–03 февраля 2017 г. Оренбург: ОГУ, 2017. С. 308-311.

7. Архирейский А.А. Деловая игра "Ранжирование мероприятий по повышению уровня качества процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей": методические указания для студентов, обучающихся по программе высшего образования по направлениям подготовки 23.05.01 НТТС и 23.03.03 ЭТТМК. Оренбург : ОГУ, 2017. 31 с.

### **ANALYSIS OF THE CLUB-U LOCOMOTIVE SAFETY DEVICE**

*Abstract. this article analyzes the CLUB-U locomotive safety device, and the location of the device on the locomotive is also considered*

**Keywords:** locomotive safety device, CLUB-U

УДК 621.4

### **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОНТАКТОРА ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116**

*Архирейский А.А., Флейтух А.И.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ основных неисправностей электропневматического контактора тепловоза 2ТЭ116*

**Ключевые слова:** электропневматический контактор, неисправность

В данном исследовании проведен анализ основных неисправностей электропневматического контактора тепловоза 2ТЭ116. Этот элемент считается одним из ключевых компонентов электрической и пневматической системы тепловоза, и его неисправность может существенно сказаться на работоспособности и безопасности [1].

Работой пневмопривода управляет электропневматический вентиль. При подаче напряжения на катушку вентиля сжатый воздух поступает в цилиндр привода и перемещает его поршень. Шток поршня приводит в движение рычаг, который поворачиваясь вокруг оси, прижимает подвижный контакт к неподвижному.

Начальное и конечное нажатие контактов обеспечивается притирающей пружиной. При отключении вентиля, поршень под действием пружины пневмопривода перемещается в обратном направлении и контакты размыкаются.

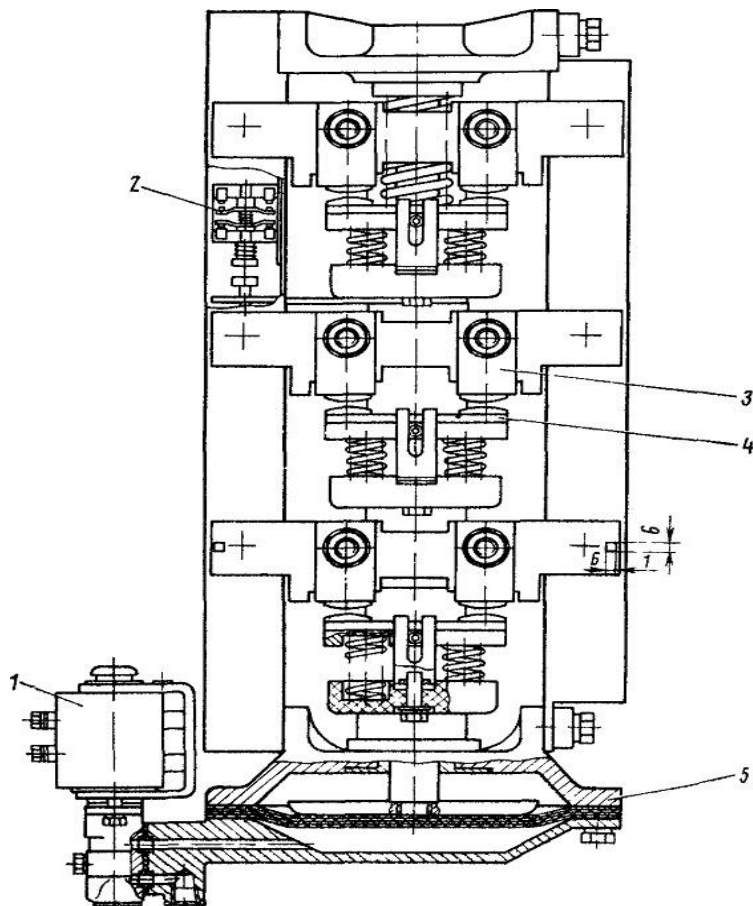


Рисунок 1 – Контактёр электропневматический групповой ПКГ-566М: 1 — вентиль электропневматический; 2 — блокировочный контакт; 3 — неподвижный контакт (силовой); 4 — подвижной контакт (силовой); 5 — пневматический привод

При протекании тока по дугогасительной катушке между полюсами возникает магнитное поле. В момент разрыва контактов оно воздействует на возникшую дугу, заставляя ее растягиваться и перемещаться вверх. При этом дуга вначале переходит с контактов на дугогасительные рога, а затем, удлиняясь, перемещается по поверхности рогов. Дугогасительная камера, имеющая в зоне горения дуги специальные металлические вставки, отводит от дуги тепло, обеспечивая эффективное её гашение.

Первой выявленной проблемой является износ контактных групп силовых предохранителей контактора. Вследствие постоянного включения и выключения элементов электрической сети тепловоза, контакты подвергаются серьезным механическим нагрузкам, что приводит к образованию трещин и потере эффективности контактных соединений. Это может привести к перегреву контактов и возникновению короткого замыкания, что повлечет за собой выход из строя контактора и даже возможность возникновения пожара. В данном исследовании были проанализированы различные методы предотвращения данной проблемы, такие как: использование материалов с повышенной износостойкостью, повышение надежности соединений и регулярное техническое обслуживание.

Второй выявленной проблемой является недостаточное давление в пневматической системе контактора. Пневматические элементы, такие как клапаны и мембраны, подвержены износу и утрате герметичности, особенно в условиях повышенной эксплуатационной нагрузки. Это приводит к снижению давления в системе и, как следствие, к неполноценной работе контактора. В данном исследовании было предложено несколько методов решения данной проблемы, включая регулярную замену изношенных

и поврежденных элементов, улучшение конструкции пневматической системы и настройку давления с использованием современных инструментов и технологий.

Третья выявленная проблема связана с электрическими соединениями контактора. Вследствие вибраций, тепловых колебаний и других внешних факторов, электрические провода могут разъединиться или потерять эффективность своей работы. В результате возникают сбои в работе контактора, нестабильность напряжения и другие аномалии. Для решения данной проблемы была предложена проверка и обслуживание электрических соединений на регулярной основе, использование надежных кабелей и проводов, а также усиление крепления проводов [2].

Основываясь на проведенном анализе, можно сделать вывод о важности регулярного технического обслуживания и проверки контактора тепловоза 2ТЭ116. Только качественное и своевременное обслуживание позволяет избежать серьезных последствий неисправностей контактора, обеспечить надежность работы и безопасность эксплуатации данного железнодорожного транспорта. Ранее в направлении повышения качества поддержания и восстановления исправного технического состояния электропневматических контакторов тепловозов были рассмотрены способы восстановления контакторов в условиях локомотиворемонтного завода и современные стенды проверки качества электропневматических аппаратов локомотивов [3, 4].

#### Список использованных источников

1. Анисимов В.П. Назначение контактов электроаппаратов на тепловозе 2ТЭ116 // Локомотив. 2013. № 10(682). С. 30-32.
2. Обнаружение и устранение неисправностей тепловозов 2ТЭ116 // Локомотив. 2022. № 5(785). С. 29-30.
3. Спурре А.Р. Анализ способов восстановления поездных контакторов в условиях локомотиворемонтного завода / А.Р. Спурре, А.А. Архирейский // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 г. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. – С. 225-227.
4. Спурре А.Р. Современные стенды проверки качества электропневматических аппаратов локомотивов / А.Р. Спурре, А.А. Архирейский // Техника и технологии наземного транспорта: материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. – Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 377-381.

### ANALYSIS OF THE MAIN MALFUNCTIONS OF THE ELECTROPNEUMATIC CONTACTOR OF THE DIESEL LOCOMOTIVE 2TE116

*Abstract: this article analyzes the main malfunctions of the electropneumatic contactor of the diesel locomotive 2TE116*

*Keywords: electropneumatic contactor, malfunction*

УДК 621.43

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАРКА ОТПРАВЛЕНИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НА СТАНЦИИ АНИСОВКА

*Безмятый М.Д., Дорошенко А.И.*

*Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Саратове, Саратов, Россия*

*Определение эффективности строительства парка отправления станции Анисовка для увеличения ее пропускной способности.*



**Ключевые слова:** *Международный транспортный коридор, коридор «Север – Юг», направление, грузопотоки, барьерные места, сортировочная станция, определение эффективности, пропускная способность, строительство, парк отправления.*

Главным видом транспорта для Российской Федерации является железнодорожный транспорт. Именно на его долю приходится около 40% перевозок всех пассажиров и более 80% всех грузов в нашей стране (без учета трубопроводного транспорта).

В 2022 – 2023 гг. по причине введения странами Западной Европы санкций в отношении нашей страны происходит переориентация направления грузопотоков. Теперь основные номенклатуры грузов следуют в основном не из центральной части России, Кузбасса, Сибири в северо-западном направлении, а, наоборот, оттуда к южным и восточным границам нашей страны.

Особенное значение сейчас приобретают международные транспортные коридоры (далее – МТК), которые играют важную роль в глобальной торговле и экономическом развитии, предоставляя эффективные пути для транспортировки грузов и пассажиров между странами. От их эффективной работы будет зависеть будущее РФ.

МТК могут быть уже существующими, как, например, «Кузбасс – порты Азово-Черноморского бассейна», «Север – Юг», так и иметь новое направление, как, например, «Северный морской путь» (далее – СМП), проходящий от Мурманска до Владивостока через девять морей.

Для развития транспортного маршрута СМП разработан отдельный план развития, который предусматривает 1,8 триллиона рублей инвестиций до 2035 года. Ожидается, что будет построено 10 ледоколов, 14 портов и терминалов, 141 транспортное судно ледового класса, на орбиту будут запущены 12 спутников, и будет создано четыре аварийно-спасательных центра МЧС. Являясь кратчайшим морским путем между Европой и Азией, он имеет важное экономическое и геополитическое значение для России. СМП является одним из самых важных и перспективных транспортных маршрутов в мире [1].

Следует отметить, что кроме создания новых, необходимо развивать и уже существующие МТК, т.к. с учетом возрастающих объемов перевозок к ним предъявляются все большие требования и задачи. Необходимо устранять «барьерные места», сдерживающие и ограничивающие в продвижении грузопотоки. Так, например, на МТК «Север – Юг» необходимо увеличить пропускную способность железнодорожного транспорта, за счет ликвидации «узких барьерных мест», основными из которых в настоящее время являются железнодорожный мост через Волгу между станциями Сазанка и Нефтяная, пассажирская станция Саратов-1, сортировочная станция Анисовка, однопутный участок железной дороги между станциями Красный Кут и Верхний Баскунчак, станция Порт Оля (имеющая всего три станционных пути) и др.

Пожалуй, одним из главных вопросов развития МТК «Север – Юг» является увеличения его пропускной способности, в т.ч. по железнодорожной станции Анисовка, которая в границах Приволжской железной дороги является главной сортировочной станцией на данном направлении. Основанная в 1894 году, эта станция имеет уникальное расположение. Находясь на левом берегу Волги, она способствует объединению железнодорожного транспорта из Средней Азии, Урала и Восточной Сибири с центром России [2]. В настоящее время она является внеклассной сортировочной станцией регионального значения с комбинированным расположением парков [3].

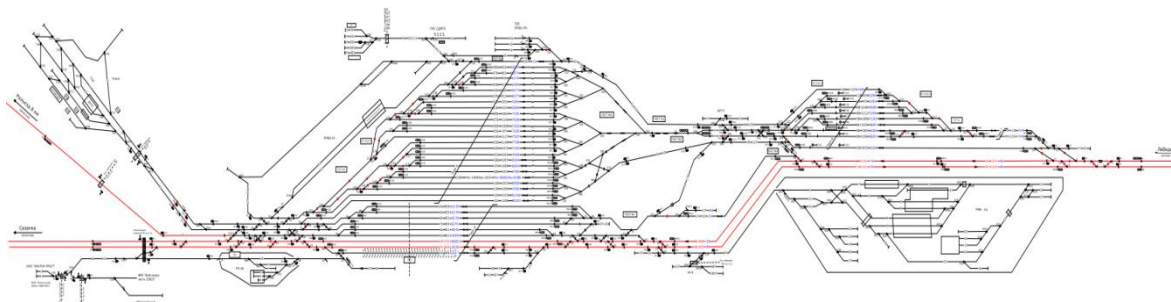


Рисунок 1 – Сортировочная станция Анисовка Приволжской железной дороги

Сектором развития пропускных способностей Приволжской дирекции управления движением в настоящее время рассматриваются различные варианты увеличения пропускной способности станции Анисовка. К ним можно отнести: автоматизация сортировочной горки, механизация третьей тормозной позиции, восстановление путей №1 и №3 в приемо-отправочном парке «В», строительство четвертого пучка сортировочно-отправочного парка «Б», вытяжного тупика для работы текущего отцепочного ремонта, парка отправления «Д» и др.

Проведенным анализом выполнения показателей эксплуатационной работы станции Анисовка в период с января 2019 г. по сентябрь 2023 г. были выявлены следующие барьерные места в ее работе, а также и разработаны меры по возможному снижению их негативного влияния.

Главным барьерным местом в работе сортировочной станции Анисовка, определяющим все остальные недостатки в ее работе, является дефицит локомотивного парка (в первую очередь электровозов, которые не своевременно возвращаются на Приволжскую с Северо-Кавказской железной дороги по стыку Котельниково и необходимы для вывоза грузовых поездов с Куйбышевской железной дороги по стыку Громово (44 км). Данное обстоятельство не позволяет своевременно отправлять готовые грузовые поезда и вызывает остальные недочеты в работе. Возможным решением может служить изменение плана формирования поездов, подвод на станцию локомотивов резервом, формирование грузовых поездов повышенного веса, длины.

Завышенный рабочий парк грузовых вагонов. Этот фактор также обусловлен не своевременным вывозом готовых поездов и в дополнение к возможным решениям может служить выделение 4-х жестких ниток графика в сутки на станцию Астрахань-2, Аксарайская-2.

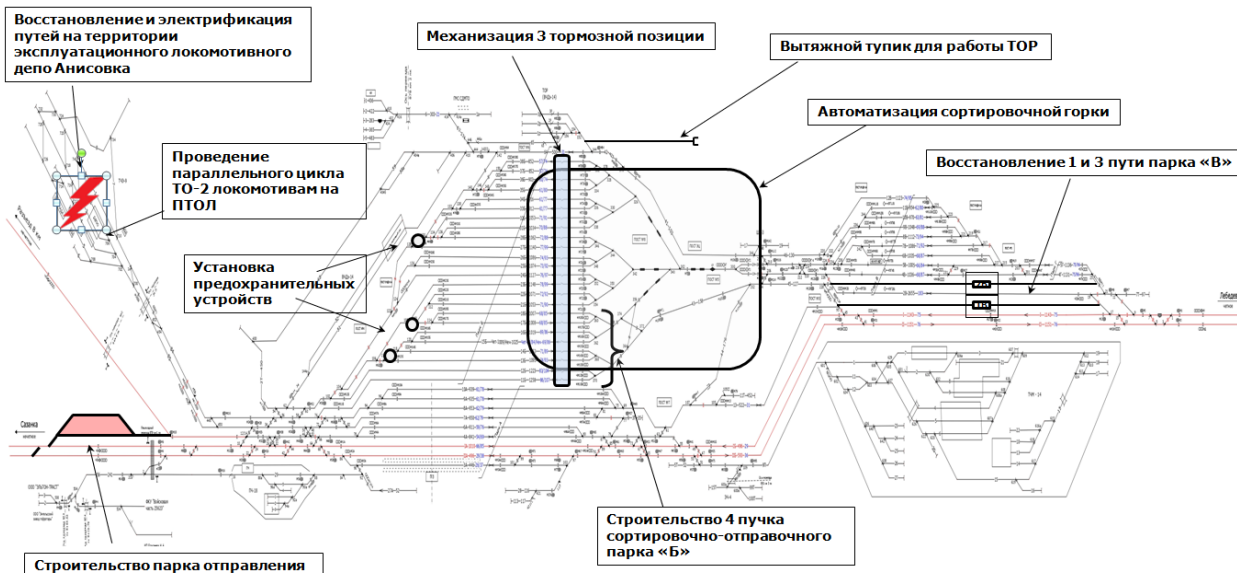


Рисунок 2 – Предложения по развитию станции Анисовка Приволжской железной дороги

Завышенный процент повторной переработки, является результатом работы станции с завышенным рабочем парком. Возможным решением может служить накопление и формирование грузовых поездов повышенного веса (7600 т), длины (350 осей) назначением на станции Астрахань-2, Аксарайская-2, им. М. Горького на путях №11Б, 12Б с последующим их отправлением на станцию В. Баскунчак. Это решение также позволит увеличить средний вес грузового поезда и использовать трехсекционный локомотив под поезда других назначений.

Завышенный простой транзитного вагона без переработки. Возможным решением может служить подвязка и отправление в первоочередном порядке транзитных поездов без переработки.

Завышенный простой транзитного вагона с переработкой. Возможным решением может служить выставление готовых поездов со станционных путей на станции Саратовского узла, железнодорожные участки Анисовка – Урбах и Саратов – Аткарск.

Завышенный простой транзитного вагона с переработкой в парке отправления (в элементе «от окончания формирования состава или перестановки его в парк отправления до отправления»). Возможным решением может служить заблаговременное обеспечение подвода локомотивов исходя из подхода поездов с учетом затрат времени на операции ТО-2 и экипировки.

Завышенный оборот локомотива по станции (средний). Возможным решением может служить ежесуточная максимально возможная подвязка локомотивных бригад с «оборота», путем совместного планирования с работниками ДЦУП; исключение захода локомотивов в депо, не требующих проведения операций по ТО-2; совместно с ТЧД оперативное планирование проведения мелких ремонтных работ локомотивам на станционных путях, с доставкой работников; выделение 2-х резервных локомотивных бригад.

Завышенный оборот локомотива по станции (с заходом в депо). Возможным решением может служить своевременное информирование руководителей о сгущенном подходе локомотивов, требующих проведения операций ТО-2, исключение ожидания проведения операций по ТО-2 в период пересменки работников ПТОЛ; постановка локомотивов на канаву посредством маневрового локомотива или другого источника; заблаговременное информирование ДСП ТЧД о заходе локомотива, для своевременного приготовления маршрута.

Кроме обозначенных организационно-технических мероприятий, способных снизить негативное влияние обозначенных выше факторов в краткосрочной перспективе, целесообразно рассмотрение реконструктивных мер, главной из которых является строительство парка отправления. Данное решение определит необходимость переставлять готовые грузовые поезда из парка «Б» в парк «Д», где в последующем будет производиться их обработка в техническом и коммерческом отношении, ожидание локомотивов и их отправления, а, следовательно, эта мера позволит своевременно высвобождать сортировочные пути парка «Б» для накопления и формирования новых грузовых поездов, что позволит повысить пропускную способность станции, не допустит держать грузовые поезда по неприятию в случае их сгущенного подхода при работе станции с завышенным парком вагонов.

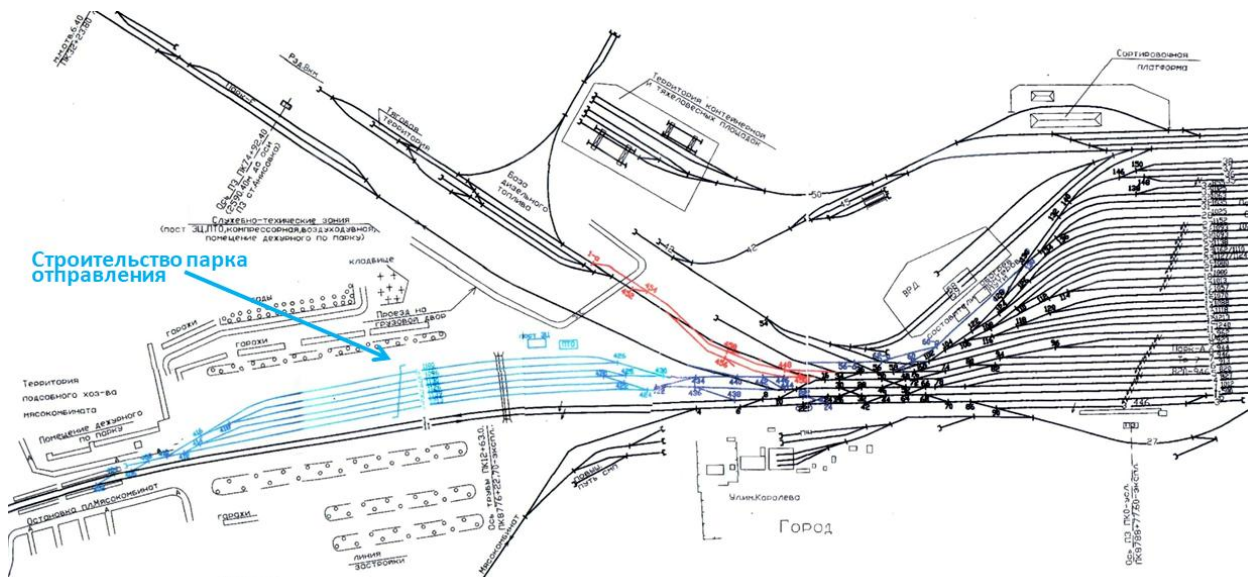


Рисунок 3 – Парк «Д» - парк отправления станции Анисовка Приволжской железной дороги

Как было озвучено ранее, анализ работы станции Анисовка показал, что она систематически работает с завышенным парком вагонов, и это не изменит ни строительство Западного железнодорожного обхода Саратовского узла, ни другие обстоятельства. Требования по увеличению грузопотоков на направлении МТК «Север – Юг» вызовут необходимость повышения перерабатывающей, пропускной способности этой станции.

Согласно прогнозу Минэкономразвития России, в 2023 г. рост грузопотока по МТК «Север – Юг» по сравнению с 2022 г. увеличится на 35% до 19,5 млн. т, а к 2030 г. этот показатель достигнет уже 31,7 млн. т [3]. Из материалов ОАО РЖД следует, что перевозки по рассматриваемому МТК «Север – Юг» только в период с января по май 2023 г. составили 4 млн. т, увеличившись на 41,8% [4].

По итогам работы за первые 9 месяцев 2023 г. по станции Анисовка рабочий парк грузовых вагонов составляет 2600 ваг., вагонооборот станции – 5480 ваг., общее отправление – 2824 ваг. (в т.ч. 1058 транзитных вагонов без переработки), переработка вагонов на сортировочной горке – 2074 ваг. [5].

По прогнозам к 2030 г. данные показатели могут увеличиться до 40%, а, значит, как говорилось выше, необходимы реконструктивные меры, главными из которых является строительство парка отправления [6].

Проведенные расчеты показывают, что строительство парка отправления «Д» по станции Анисовка, состоящего из 6 отправочных путей длиной от 1250 – 1367 метров

позволит повысить ее пропускную способность до 70 грузовых поездов (4500 ваг. или примерно на 60 %).

Ориентировочная стоимость строительства парка отправления по состоянию на 1 октября 2023 г. составит около 990 млн. руб. В нее войдет непосредственная стоимость 6 приемо-отправочных путей, 23 централизованных стрелочных перевода, 6 съездов, 18 светофоров, 1 переходный мост и других элементов обустройства. Период окупаемости такого проекта составит менее 15 лет [7].

Проведенный анализ и расчеты показывают, что строительство парка отправления по станции Анисовка эффективно и обоснованно, т.к. позволит не только повысить пропускную способность станции, но и увеличит поток грузов на МТК «Север – Юг», а, следовательно, будет способствовать экономическому развитию и процветанию нашей страны.

#### Список использованных источников

1. Задера С.Н., Тихонов С.П. Почему большинство грузов по Севморпути до сих пор идет в западном направлении [Электронный ресурс] // «Российская газета»: газета, выпуск от 22.05.2023 №110 (9055) рубрика «Власть». URL: <https://rg.ru/2023/05/22/pochemu-bolshinstvo-gruzov-po-sevmorputi-do-sih-por-idet-v-zapadnom-napravlenii.html> (дата обращения 10.10.2023).
2. Шапошник Ю.А. На пороге новой жизни станции Анисовка [Электронный ресурс] // «Гудок»: газета, выпуск от 03.10.2008 №38 первая полоса. URL: <https://www.gudok.ru/zdr/174/?ID=612242> (дата обращения 10.10.2023).
3. Карелин Д.И. Сортировочные станции [Электронный ресурс] // Орехово-Зуевский железнодорожный техникум имени В.И. Бондаренко 2022-2023. URL: <http://caredenis.ru/resources/siu/html/les11.html> (дата обращения 11.10.2023).
4. Швецова А.Е. Минэк ожидает увеличения грузопотока по коридору «Север – Юг» на 35% в этом году [Электронный ресурс] // «Ведомости»: газета, выпуск от 03.05.2023 рубрика «Бизнес». URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2023/05/03/973648-uvelicheniya-gruzopotoka-koridoru-sever-yug> (дата обращения 11.10.2023).
5. Стукалин С.В. Анализ работы станции Анисовка за 9 месяцев 2023 г. / Приволжская дирекция управления движением – структурное подразделение Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД», 16 октября 2023.
6. Скорлыгина Н.А. Грузы поехали в Иран [Электронный ресурс] // «Коммерсант»: газета, выпуск от 05.06.2023 №98/П рубрика «Рынок грузовых перевозок». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6027431> (дата обращения 12.10.2023).
7. Отраслевые укрупненные нормативы цены конструкторских решений ОНЦКРЖ 81-02-07-2023, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 03.05.2023 г. №1071/р.

### DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF THE CONSTRUCTION OF THE DEPARTURE FLEET AND CAPACITY AT THE ANISOVKA STATION

*Determination of the efficiency of the construction of the departure park of the Anisovka station to increase its capacity.*

**Keywords:** *International Transport Corridor, North–South corridor, direction, cargo flows, barrier places, marshalling yard, determination of effectiveness, bandwidth, construction, departure park.*

УДК 629.46

### РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Воеводина С.П., Жебанов А.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В данной статье представлены возможные варианты развития систем проведения ТО и ТР для грузовых вагонов с интегрированием систем цифровых технологий, а также использованием методов оценки жизненного цикла узлов и деталей для увеличения точности проведения диагностических операций, оценку которых можно провести также при помощи цифровых технологий.*

**Ключевые слова:** ремонт грузовых вагонов, цифровые технологии, технология RFID.

Во всех отраслях промышленного производства существенно возрос спрос на цифровые технологии. Комплекс железнодорожного транспорта также выступил заинтересованной стороной в проведении цифровой трансформации производственных процессов. Это связано с повышением требований к организации производства и получаемому на выходе результату от проводимой деятельности. Современные инновационные методы открывают возможность в решении тяжёлых технических процессов в значительно сокращённые временные сроки, при этом значительно повышая качество конечного результата. Также на сети железных дорог России, проведение модернизации с вводом цифровых технологий отразилось в увеличении экономического эффекта. В условиях современных требований, абсолютно всем компаниям требуются новые подходы к реализации своей деятельности для достижения желаемых результатов и непосредственного успеха, и стабильности компании [1,2].

На сети железных дорог РФ организованы целые группы предприятий по поддержанию и обеспечению перевозочного процесса. В их обязанности входит управление перевозками, обслуживание, ремонт и поддержание исправного технического состояния вагонов, а также обеспечение безопасности перевозимых грузов и всего процесса эксплуатации. В связи с недостаточным оснащением предприятий современными цифровыми технологиями, точно определить неисправность и провести диагностику, становится практически невозможно.

Себестоимость перевозок складывается из нескольких параметров. Ключевым является стабильная эксплуатация системы контроля технического состояния подвижного состава. Эта система влияет также на показатель готовности эксплуатируемых единиц, стоимость деталей для проведения обслуживания, а также на их жизненный цикл. Все эти параметры представляют собой звенья общей структуры организации перевозок, обеспечения безопасности и эффективности от деятельности предприятий железнодорожной отрасли [3-5].

Одним из существенных недостатков существующей системы контроля является отсутствие персонализации процесса эксплуатации грузовых вагонов, то есть отсутствие информации о маршруте и ремонтном предприятии. Это обусловлено необходимостью уменьшения пустого пробега вагонов. Такая ситуация приводит к снижению качества и эффективности проводимого технического обслуживания и ремонтов. Однако с появлением цифровых технологий в железнодорожной отрасли появилась возможность контролировать текущее состояние подвижного состава. Это позволяет существенным образом изменить организацию технического обслуживания парка вагонов, повысить безопасность перевозок и наладить систему поставок запасных частей [6,7].

К сожалению, в данный момент, существующая система ремонта не может быть названа совершенной, так как между возникновением дефекта и постановкой вагона на ремонт с целью устранения этого дефекта, проходит некоторое количество времени, которое вагон также остаётся в эксплуатации и работает, продолжая развивать уже существующий дефект. Также довольно часто происходит несовпадение сроков межсервисного пробега с остаточным ресурсом конкретной единицы рабочего парка вагонов. Опираясь на аналитику предприятий, следует вывод, что связать

вышеперечисленные параметры можно, благодаря использованию системы постановки на ремонт по текущему техническому состоянию [7].

Предприятия собственники подвижного состава в структуре своей компании имеют отдел, который занимается организацией ремонта вагонов и учетом запасных частей. Чтобы выполнить ремонт, требуется взаимодействие с большим количеством объектов инфраструктуры. Например, необходимо поставлять требуемые запчасти в вагоноремонтное предприятие, где будет происходить ремонт, перемещение вагонов в депо, отслеживание хода ремонтных работ, оформлять документацию и возвращать вагоны на станцию погрузки после ремонта. Для эффективной работы железнодорожной сети требуется объединенная информационная система управления и обработки данных. В сфере железнодорожного транспорта можно перейти от информационно-управляющих систем к полностью управляющим системам, объединив автоматизированные информационные системы в единый комплекс, интегрированный во всю железнодорожную сеть и производственные процессы.

Проект «Умное депо» был разработан для решения проблем, с которыми ежедневно сталкиваются вагоноремонтные предприятия (ВРП). Основные проблемы включают необходимость контроля за технологическими операциями и повышение прозрачности всех процессов на предприятии. Для того чтобы обеспечить перемещение деталей, необходим номерной учет. ВРП испытывают сильную потребность во внедрении системы распознавания колесных пар и литых деталей. С использованием технологии RFID возможно отслеживать прохождение колесной пары и других крупных деталей на всех этапах ремонта и хранения в режиме реального времени. Это позволяет оперативно принимать решения по улучшению производственных процессов [8-10].



Рисунок 1– Структура RFID системы

Когда деталь поступает на вагоноремонтный пункт, ей присваивается RFID метка с индивидуальным номером. Эта метка остается на детали на протяжении всех этапов обслуживания. Данные о выполнении каждого вида ремонта автоматически передаются в мобильное приложение, где мастер может внести их в систему вручную или они могут быть автоматически собраны в единую базу. После этого данные отправляются на общий сервер и, при необходимости, передаются в систему 1С или учётную систему. Наиболее общая структура RFID системы изображена на рисунке 1.

Железнодорожные предприятия все больше и больше проявляют заинтересованность в технологии RFID, а также в её постоянном развитии. Таким образом, маркируется уже не одна деталь, а полностью подвижная единица. Данная технология позволяет ограничить поступление контрактных продуктов, создать единую базу запасных частей и отслеживать их перемещения, а также наблюдать и анализировать жизненный цикл вагонов, что в последствии даёт возможность назначения сроков

межремонтного пробега и исходя из этих данных, планировать поставку запасных частей к назначенным срокам обслуживания и ремонта. Также данная система позволит избавиться от бумажных документов и перейти к электронным базам данных [11, 12].

Применение системы «Умное депо» обеспечивает прозрачность всех этапов работы вагоноремонтных предприятий (ВРП) и исключает возможность влияния человеческого фактора на процесс производства. В связи с этим, цифровизация железных дорог является одной из важнейших перспективных задач развития транспортного комплекса страны и от результатов проведения данной модернизации, напрямую будет зависеть безопасность перевозок, а также уровень и статус компании.

#### Список использованных источников

1. Устич П.А., Иванов А.А., Мажидов Ф.А. Применение информационных технологий в системе технического обслуживания и ремонта вагонов // Бюллетень транспортной информации: ФГБОУ «Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II» (МГУПС – МИИТ). 2016. С.13– 21.
2. Меншутина Е.Р. Предиктивная аналитика при ремонте колёсных пар / Е.Р. Меншутина, А.В. Жебанов // Техника и технологии наземного транспорта : материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 494-499.
3. Воеводина С.П. Движение запасных частей при техническом обслуживании вагонов в эксплуатации // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 мая 2023 года. г. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2023. С. 136-140.
4. Александрова Т.А. Применение цифровых технологий при организации работы участка текущего отцепочного ремонта / Т.А. Александрова, А.В. Жебанов // Дни студенческой науки : сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. – С. 101-103.
5. Жебанов А.В. Цифровая маркировка колесных пар вагонов, как средство для ведения достоверного учета комплектующих / А.В. Жебанов, Т.А. Александрова // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 160-165.
6. Воеводина С.П. Новый подход к организации ремонта вагонов, основанный на текущем техническом состоянии / С.П. Воеводина, А.В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 17-20.
7. Положение о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении, введено в действие распоряжением ОАО «РЖД» № 2759 от 29.12.2012 г.
8. Жебанов А.В. Технология идентификации колесных пар в производственном цикле ремонта как инструмент для повышения надежности подвижного состава / А.В. Жебанов, С.В. Коркина, А.Д. Потапова // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года / Под общей ред. Ю.И. Кулаженко. Ч. 1. Гомель: БелГУТ, 2022. С. 115-117.
9. Жебанов А.В. Применение сквозных цифровых технологий при организации производства и ремонта вагонов / А.В. Жебанов, И.А. Краснова // Наука и образование транспорта. 2022. № 1. С. 41-43.
10. Протасова А.Д. Цифровая маркировка, как инструмент контроля жизненного цикла деталей узлов и вагонов / А.Д. Протасова, А.В. Жебанов // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара-Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 195-199.
11. Технологии RFID идентификации. URL: <https://isbc-rfid.ru/applications/trains/> (дата обращения: 02.08.2023г.).
12. RFID – технология как ускоритель цифровизации на железной дороге. URL: <https://news.rambler.ru/gadgets/49942449-rfid-tehnologiya-kak-uskoritel-tsifrovizatsii-na-zheleznoy-doroge/>(дата обращения: 02.08.2023г.).

## REPAIR OF FREIGHT CARS USING DIGITAL TECHNOLOGIES



*This article presents possible options for the development of maintenance and TR systems for freight cars with the integration of digital technology systems, as well as the use of life cycle assessment methods for components and parts to increase the accuracy of diagnostic operations, which can also be evaluated using digital technologies.*

**Keywords:** freight car repair, digital technologies, RFID technology.

УДК 629.4.077

## ПУТИ РАСШИРЕНИЯ УЧАСТКОВ ТОР НА СТАНЦИИ АНИСОВКА ПРИВОЛЖСКОЙ ДОРОГИ

Воеводина С.П., Коркина С.В.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
г. Самара, Россия

*В данной статье приведены параметры, которым должна соответствовать существующая на сети железных дорог РФ система проведения ремонта и обслуживания. Приведены аспекты напрямую влияющие на качество проведения ремонта и последующую безопасность. Обозначены проблемы влияющие на восстановление работоспособности подвижного состава. Далее расписана уже существующая система ремонта со всеми ключевыми операциями и возможными путями улучшения. Предоставлены аргументы для повышения объёма выполняемых работ на станции Анисовка. В заключение расписаны планы по увеличению суточного объёма выпуска вагонов на станции Анисовка и необходимые меры для их реализации.*

**Ключевые слова:** система технического обслуживания и ремонта, уровень безопасности, вагонное хозяйство, текущий отцепочный ремонт (ТОР), станция Анисовка.

Существующая система проведения технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов должна безоговорочно соответствовать требованиям обеспечения исправного состояния вагонного парка в течение всего цикла эксплуатационного процесса, минимизировать количество незапланированных отцепок подвижных единиц от состава поезда в пути следования, а также сокращать временные сроки простоя подвижного состава на этапе восстановления технически исправного состояния [1,2]. Текущий ремонт понимается как проведение обслуживания с обязательной отцепкой вагона от состава поезда в порожнем или груженом состоянии, либо же ремонт выполняется на составах, поступивших на расформирование, а также на составах, сформированных под отправку. В процессе выполнения ремонта, подвижной состав пересылают на специализированные пути и временно переводят в нерабочий парк. На путях для проведения ТОР имеется необходимое оборудование и механизированные средства для проведения качественного обслуживания [3,4].

Повышение уровня безопасности рабочего парка в эксплуатации является одним из основных направлений деятельности предприятий вагонного комплекса. От слаженности действий сотрудников участка проведения технического обслуживания и ремонта напрямую зависит уровень продуктивности и получаемый эффект от проведения отцепочного ремонта. Также важную роль играют такие аспекты как применение современных технологий и инновационных механизированных средств восстановления и диагностики, поиск новых технологических решений в выполнении ремонта, точность проведения диагностики и круглосуточное наблюдение за процессами производства. Данные методы дают возможность существенно сократить время простоя подвижного состава на ремонтных позициях [5-7].

Перед вагонным хозяйством выстраивается ряд проблем на пути к улучшению технического состояния всего рабочего парка. Проблемы, решаемые предприятиями вагонного комплекса представлены на рисунке 1.

Выдвигается требование к формированию непосредственно качественной и эффективной ремонтной базы предприятий вагонного комплекса, которая будет иметь возможность соответствовать требованиям современного уровня безопасности в эксплуатации при выполнении различных видов технического обслуживания и ремонта [8].



Рисунок 1 – Проблемы, решаемые предприятиями вагонного комплекса

В железнодорожном комплексе Российской Федерации действует планово-предупредительная система постановки подвижного состава на ремонт. Система создана с целью обеспечения бесперебойной эксплуатации подвижного состава с минимальными капиталовложениями. Стоит отметить, что проведение обслуживания с определённой частотой способствует снижению интенсивного износа деталей и узлов вагонов, а также позволяет выявлять дефекты на стадии зарождения. Вагоны грузового парка проходят техническое обслуживание перед выходом в рейс на сортировочных станциях, а также при проходе через пункты подготовки вагонов к перевозкам (ППВ) в порожнем состоянии.

В обеспечении стабильной эксплуатации грузовых вагонов текущий ремонт занимает особое место. Он выступает одним из основных звеньев системы текущего содержания рабочего парка в работоспособном состоянии. В процессе проведения ТО и ТР, неисправные узлы заменяют на новые или отремонтированные в условиях депо. В отдельных случаях, когда ремонт можно выполнить без замены узла, все восстановительные операции выполняют на приемоотправочных путях станции [9-14]. На рисунке 2 представлен типовой перечень выполняемых работ в объеме ТР-1 на ТОР.

Перечень  
выполняемых  
работ в объёме  
ТР-1 на ТОР



№ п/п	Типовые работы, выполняемые при ТР-1	ТОР
1	Замена накладок на кузове	✓
2	Правка стоек и раскосов	✗
3	Ремонт сваркой трещин и изломов стоек и раскосов	✓
4	Усиление накладками трещин и изломов стоек и раскосов	✓
5	Ремонт сваркой торцовых стен вагона	✓
6	Заварка дефектов сварных швов листов наружной обшивки	✓
7	Заварка пробоев и прорезов обшивки стены	✓
8	Заварка трещин, пробоев и прорезов металлического пола	✓
9	Установка запорного устройства лючка	✓
10	Установка валика крышки люка полувагона	✓
11	Установка закидки (сектора) люка	✓
12	Ремонт сваркой крышки люка	✓
13	Правка крышки люка	✓
14	Ремонт деталей крепления люка	✓
15	Ремонт деталей крепления торсионного устройства люка	✓
16	Ремонт запорного устройства люка	✓
17	Замена деталей запорного устройства люка	✓
18	Устранение уширения кузова	✗
19	Правка верхней обвязки вагона	✗
20	Ремонт сваркой трещин и изломов верхней и нижней обвязки	✓
21	Усиление накладками трещин и изломов верхней и нижней обвязки	✓
22	Правка двери	✗
23	Ремонт сваркой двери	✓
24	Ремонт запорного устройства двери	✓
25	Ремонт сваркой боковых стен вагона	✓
26	Установка валика двери полувагона	✓
27	Ремонт деталей крепления двери	✓
28	Ремонт сваркой порога двери	✓
29	Ремонт подножек, поручней, лестниц	✓

Рисунок 2 – Перечень выполняемых работ в объёме ТР-1 на ТОР

Так, основной задачей настоящего исследования является нахождение путей расширения участков ТОР на станции Анисовка.

На станции Анисовка, в пункте проведения технического обслуживания и ремонта осуществляется ремонт порожних и груженных вагонов, не подлежащих восстановлению на пункте технического обслуживания (ПТО). При выполнении текущего отцепочного ремонта в соответствии с требованиями руководства по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов и технологическим процессам, целью является полное устранение всех обнаруженных дефектов и неисправностей. Все материалы, запасные детали, которые используются в процессе ремонта, должны быть сертифицированы и соответствовать нормативно-технической документации, а также чертежам для изготовления и ремонта. Текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов осуществляется путем замены поврежденных узлов на новые или предварительно отремонтированные, с целью сокращения времени простоя. В определенных случаях, ремонт может производиться путем правки, газосварки, клепки и других средств.

Основной целью проведения текущего отцепочного ремонта в пределах ПТО станции Анисовка является восстановление исправного состояния рабочего парка путем замены узлов и деталей на новые, либо их восстановления и постановки обратно на вагон, а необходимость и частота проведения, определяется непосредственно из фактического технического состояния вагона. На станции Анисовка, возникает необходимость увеличения суточного объёма проведения ТОР в связи с увеличением количества вагонов, поступающих под погрузку.

Во втором квартале 2021 года на участках ТОР станции Анисовка, прошли подготовку под погрузку по ТР-1 ПТО 131 вагон. Исходя из проведённой аналитики, основными неисправностями являются несоответствия зазоров скользунов, повреждения тормозной магистрали, трещины пружин, поломки лестниц, поручней и подножек, смещение фрикционных клиньев, трещины в колпаке скользуна, трещины в опорной прокладке буксового проёма.

Существующая мощность не позволяет выполнять плановые работы (ТР-1) в полном объёме. Из-за ограниченной мощности данного участка, вагоны вынуждены направляться на другие ремонтные площадки, что в результате приводит к задержкам в выполнении

ремонтных работ, возможным штрафам и угрозе безопасности движения. Станция Анисовка является сортировочной, где происходит группировка порожних поездов перед их отправкой на погрузочные площадки. В связи с увеличением объема перевозок и изменением маршрутов, необходима подготовка подвижного состава на станциях группировки. Учитывая также рост количества транзитных поездов, необходимо продолжить развитие данного участка для выполнения плановых работ (ТР-1 и ТР-2) с целью увеличения количества вагонов, обслуживаемых в сутки, и улучшения пропускной способности станции.

В настоящее время на станции Анисовка производят погрузку в объеме 24 вагона в сутки, а планируют увеличить погрузочную способность до 65 вагонов в сутки. На станции возникла необходимость развития участков для ремонта ТР-1 и ТР-2 в связи с увеличением количества вагонов, поступающих на ремонт. В данный момент, объем составляет 512 вагонов в год. В 2022 году прибыль за 1 единицу на ТР-1 составила 0,619 тыс. руб, при расходах на 1 единицу в 1,792 тыс. руб. Требуется увеличение выпуска по ТОР на 56 вагонов в сутки, следовательно, требуется увеличение штата на 8 человек по специальности слесарь по ремонту, начиная от 5 квалификационного разряда, с учетом нормативного времени ремонта одного вагона 0,75 часа.

Основываясь на проведенном анализе работы участка текущего отцепочного ремонта и перспективам в области проведения технического обслуживания и ремонта, а также подготовки к погрузке, предлагается провести реорганизацию процесса технического обслуживания и ремонта на станции Анисовка с целью увеличения объема ремонтных работ. Для достижения этой цели, предлагается увеличить количество ремонтных путей, что позволит сократить время маневровых операций и снизить время, необходимое для подачи вагонов на ремонтные пути. Такой подход позволит сократить время простоя вагонов на ремонте, увеличить поток вагонов на данном участке и уменьшить простой маневрового локомотива в ожидании маневровых работ. Таким образом, благодаря своевременному ремонту подвижного состава, ожидается значительный рост объема исправных вагонов, что непосредственно повлияет на улучшение финансовых показателей компании.

В заключение можно добавить, что расширение участков проведения ТОР на станции Анисовка даст толчок для экономического эффекта от повышения объемов суточного выпуска вагонов после проведения обслуживания, а также сокращения времени нахождения на ремонте и стоянки в нерабочем парке.

#### **Список использованных источников**

1. Жебанов А.В. Современные тенденции в обеспечении бесперебойности перевозочного процесса железнодорожного транспорта / А.В. Жебанов, С.В. Коркина // Вызовы и решения для бизнеса: ВЭД в новых реалиях : сборник материалов III Международного внешнеэкономического научно-практического форума, Москва, 14 декабря 2022 года. М.: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2023. С. 119-122.
2. Коркина С.В. Цифровые технологии в обеспечении безопасности движения железнодорожного транспорта / С.В. Коркина, А.В. Жебанов, И.А. Краснова // Проблемы безопасности на транспорте : Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года / Под общей ред. Ю.И. Кулаженко. Ч 1. Гомель: БелГУТ, 2022. С. 128-130.
3. Руководство по текущему отцепочному ремонту (ТР-1). РД 32 ЦВ 094-2018. Утв. Распоряжением № 2633/р от 07.12.2018 г.
4. Воеводина С.П. Новый подход к организации ремонта вагонов, основанный на текущем техническом состоянии / С.П. Воеводина, А.В. Жебанов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : Материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС, 2023. С. 17-20.

5. Коркина С.В. Внедрение автоматизированного рабочего места осмотрщика-ремонтника вагонов на ПТО при встрече поездов "Сходу" / С.В. Коркина, А.В. Жебанов, Р.В. Козак // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 48-51.
6. Коркина С.В. Расширение функционала АРМ инженера в АСУ тор ЭК для повышения производительности работы участка тор / С.В. Коркина, А.В. Жебанов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 44-48.
7. Коркина С.В. Структура АСУ ТОР ЭК и предложения по совершенствованию АРМ Мастера / С.В. Коркина, А.В. Жебанов // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Т 1. Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС, 2021. С. 42-46.
8. Сустаев А.В. Внедрение информационных технологий в процесс технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО / А.В. Сустаев, Н.В. Митин, С.В. Коркина // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 186-192.
9. Батищева О.А. Цифровые технологии при техническом обслуживании грузовых вагонов в парках ПТО / О.А. Батищева, И.В. Чепурченко, С.В. Коркина // Дни студенческой науки: сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 107-110.
10. Александрова Т.А. Применение цифровых технологий при организации работы участка текущего отцепочного ремонта / Т.А. Александрова, А.В. Жебанов // Дни студенческой науки: сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 101-103.
11. Воеводина С.П. Развитие пунктов подготовки грузовых вагонов к перевозкам / С.П. Воеводина, С.В. Коркина // Транспортная наука и инновации: материалы Международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. Самара: СамГУПС, 2023. С. 19-22.
12. Жебанов А.В. Анализ применения современных средств диагностики подвижного состава на сортировочной станции с целью повышения экономических показателей и объема ремонта грузовых вагонов / А.В. Жебанов, С.В. Коркина // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 27-29.
13. Шпетко А.В. Мониторинг и контроль технического состояния инфраструктуры железнодорожного транспорта с применением цифровых технологий / А.В. Шпетко, С.В. Коркина, И.В. Чепурченко // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXII Международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2023. С. 192-198.
14. Шпетко А.В. Цифровизация вагонного хозяйства и контроль технического состояния подвижного состава в эксплуатации / А.В. Шпетко, С.В. Коркина, И.В. Чепурченко // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков: сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. С. 422-426.

## **WAYS TO EXPAND THE SECTIONS OF THE TOR AT THE ANISOVKA STATION OF THE VOLGA ROAD**

*This article presents the parameters that the existing repair and maintenance system on the Russian railways network should correspond to. The aspects directly affecting the quality of repair and subsequent safety are given. The problems affecting the restoration of the operability of the rolling stock are identified. Next, the existing repair system is described with all the key operations and possible ways of improvement. Arguments for increasing the volume of work performed at the Anisovka station are provided. In conclusion, plans are outlined to increase the daily output of wagons at the Anisovka station and the necessary measures for their implementation.*

**Keywords:** *maintenance and repair system, safety level, carriage facilities, current uncoupling repair (TOR), Anisovka station.*

## СМЕНА ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ПРИ РЕМОНТЕ

*Горбушин В.А., Ахметов А.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье приведены способы формирования и расформирования колесных пар грузовых вагонов при ремонте. Приведены действия работников для более упрощенной смены элементов.*

**Ключевые слова:** *ремонт колесной пары, обработка, расточка.*

Ремонт колесной пары со сменой элементов производится на линии расформирования-формирования колесной пары, оснащенной специализированными прессами, средствами неразрушающего контроля, специализированными станками для механической обработки элементов колесной пары.

Расформирование колесной пары производится прессовщиком на автоматизированном комплексе для демонтажа колесных пар вагонов К04.АКП6738.02 линии расформирования-формирования колесной пары.

Расформирование колесной пары производится в 2 этапа в автоматическом режиме:

- I этап – предварительный срыв колес с использованием прессы для демонтажа колесных пар К04.П6738. При этом осуществляется последовательный срыв колес на подступичных частях оси с левой и правой стороны колесной пары;

- II этап – окончательная распрессовка с использованием прессы для демонтажа колесных пар К04.П6738. При этом осуществляется последовательная распрессовка левого и правого колеса.

При этом прессовщик подает:

- а) забракованные колеса и оси – на площадку накопления бракованных элементов;
- б) оси, подлежащие повторному использованию – на позицию обмывки;
- в) колеса, подлежащие повторному использованию – на позицию накопления годных колес.

На позиции обмывки прессовщик производит обмывку оси в моечной машине.

По окончании обмывки оси прессовщик подает:

- ось, требующую ремонта шейки, предподступичной и подступичной частей в накопитель неисправных осей отделения ремонта осей;
- ось, не требующую ремонта шейки, предподступичной и подступичной частей в накопитель годных осей линии расформирования-формирования колесных пар.

На позиции неразрушающего контроля отделения ремонта осей колесных пар дефектоскопист лаборатории неразрушающего контроля при входном контроле производит магнитопорошковый и ультразвуковой контроль оси. При этом:

- а) при положительных результатах контроля, дефектоскопист направляет ось на позицию механической обработки отделения ремонта осей колесных пар;
- б) при отрицательных результатах контроля, дефектоскопист наносит на ней, краской белого цвета, разметку «БРАК».

Забракованную ось прессовщик подает на площадку накопления бракованных элементов.

На позиции механической обработки отделения ремонта осей колесных пар, токарь-расточник производит, согласно меловой разметке, ремонт оси на токарно-накатном станке РТ301.01, с обеспечением параметров оси колесной пары:

а) подступичные части оси обтачиваются для устранения следов коррозии, наминов, рисок и других дефектов, выявленных после распрессовки колесных пар. При этом диаметр подступичных частей оси после механической обработки должен быть не менее 182,0 мм или 184,0 мм с учетом припуска 0,04-0,06 мм на уменьшение диаметра при упрочнении накатыванием. Разница в диаметрах подступичных частей с одной и, с другой стороны, не регламентируется.

Для плавного захода в ступицу при запрессовке наружный конец подступичной части оси обтачивается на конус с разностью диаметров не более 1 мм длиной 7-15 мм.

Переходы от подступичной части оси к запрессовочному конусу и к средней части должны выполняться плавно, без уступов [1].

Шероховатость обработки поверхности подступичной части оси и заходного конуса подступичной части оси до упрочнения накатыванием роликами должна быть не более Rz20 – определяется методом сравнения с образцом шероховатости;

б) шейки и предподступичные части оси шлифуются шлифовальной шкуркой зернистостью №6 с минеральным маслом, а галтели и прилегающие к ним поднутрия шлифовальной шкуркой зернистостью не ниже №12 до полного удаления следов коррозии и наминов. При этом шероховатость обработки поверхности шеек и предподступичных частей оси должна быть не более Ra 1,25 – определяется методом сравнения с образцом шероховатости.

На позиции механической обработки отделения ремонта осей колесных пар, по окончании ремонта оси, токарь-расточник производит поочередно упрочняющую накатку подступичных частей оси на токарно-накатном станке РТ301.01 с применением накатного устройства РТ301.41.000.

Для накатывания применяются накатные ролики диаметром 130 мм:

- а) упрочняющий ролик – с радиусом профиля 15 мм;
- б) сглаживающий ролик – с радиусом профиля 50 мм.

Накатка должна производиться при подаче каретки к передней бабке, когда сглаживающий ролик следует за упрочняющим роликом [1].

Усилие накатывания должно быть в пределах 2200-2400 кг, что соответствует показанию манометра 23-25 кгс/см<sup>2</sup>. При этом снижение усилия накатывания допускается только на заходном конусе подступичной части оси.

Упрочнение подступичной части оси достигается за один проход при обильном смазывании упрочняемых поверхностей машинным маслом двумя роликами – упрочняющим и сглаживающим. Накатывание производится за один проход с подачей 0,6-0,7 мм/об при частоте вращения шпинделя не более 220 об/мин.

При этом должна быть обеспечена шероховатость поверхности подступичных частей оси не более Ra1,25 – определяется методом сравнения с образцом шероховатости.

На позиции неразрушающего контроля линии расформирования-формирования колесной пары (выходной контроль) отделения ремонта осей колесных пар дефектоскопист лаборатории неразрушающего контроля, по окончании ремонта оси и проведения упрочнения подступичных частей оси, производит магнитопорошковый и ультразвуковой контроль оси. При этом:

а) при положительных результатах контроля, дефектоскопист наносит на ней маркером надпись «Годная».

Годную ось токарь-расточник, при помощи полукозлового крана, направляет в накопитель исправных осей отделения ремонта осей и далее, при помощи манипулятора, на многоярусный накопитель годных осей линии расформирования-формирования колесных пар;

б) при отрицательных результатах контроля, дефектоскопист наносит на ней, краской белого цвета, разметку «БРАК».

Забракованную ось токарь-расточник, при помощи полукозлового крана, подает на площадку накопления бракованных элементов.

На позиции контроля геометрии элементов колесной пары (осей и колес) линии расформирования-формирования колесной пары прессовщик производит измерение параметров оси и колес, подлежащих напрессовке на ось. При этом:

- а) разрешается напрессовывать на одну ось старогодние колеса с разностью диаметра круга катания не более 10 мм, а по толщине обода – не более 5мм;
- б) разрешается напрессовывать на одну ось новые цельнокатанные колеса с разностью диаметров колес по кругу катания не более 1 мм;
- в) запрещается напрессовывать на одну ось колеса разных марок стали (твердосплавные и серийные) [2].

После проведения измерений прессовщик передает:

- ось колесной пары – на трансбордер подачи осей на пресс формирования колесной пары;
- колеса, предназначенные для формирования колесной пары – на позицию механической обработки колес.

На позиции механической обработки колес токарь-расточник производит, в соответствии с заданными (после измерения подступичных частей оси) параметрами, расточку внутренней поверхности ступиц колес до диаметра, обеспечивающего натяг при прессовой посадке в пределах от 0,10 до 0,25 мм на колесорасточных станках В2710 и КРС2791М-Н1. При этом:

а) расточка внутренней поверхности ступиц новых колес производится за 3 прохода:

- черновая обработка с частотой вращения шпинделя 200 об/мин, подачей 160мм/мин при глубине резания не более 6 мм;
- получистовая обработка с частотой вращения шпинделя 200 об/мин, подачей 160мм/мин при глубине резания от 0,75 до 6 мм;
- чистовая обработка с частотой вращения шпинделя 80 об/мин, подачей 40 мм/мин при глубине резания не более 0,25 мм;

б) расточка внутренней поверхности ступиц старогодних колес производится за 2 прохода:

- получистовая обработка с частотой вращения шпинделя 200 об/мин, подачей 160 мм/мин при глубине резания от 0,75 до 6 мм;
- чистовая обработка с частотой вращения шпинделя 80 об/мин, подачей 40 мм/мин при глубине резания не более 0,25 мм;

- обработка колес с диаметром по кругу катания менее 930 мм с использованием на установочных штырях приспособления сменных втулок В2710.090.223 на станке В2710 и 2791Н1.781.408 (при  $\varnothing$  957-920), 2791Н1.781.407 (при  $\varnothing$  920-870) на станке КРС2791М-Н1 (обеспечение защиты от повреждения механизма центрирования и повышение безопасности работ).

#### Список использованных источников

1. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм.
2. Технологическая инструкция по упрочнению накатыванием роликами осей колесных пар вагонов. ТИ 32 ЦВ ВНИИЖТ-2010.

### CHANGE OF WHEELSET ELEMENTS DURING REPAIR

*The article describes the methods of forming and disbanding of wheel sets of freight cars during repair. The actions of employees for a more simplified change of elements are given.*

**Keywords:** *wheelset repair, processing, boring.*



## АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ТЕРМИНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В РФ И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Гришкова Д.Ю., Лизнева В.С.*

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»,  
Новосибирск, Россия*

*В данной статье представлена актуальная информация по состоянию рынка терминальных услуг в РФ. Проанализированы перспективы развития терминалов, конкретных видов складских помещений, наиболее привлекательных для потребителя. Сделаны выводы о перспективе развития терминальных комплексов в Новосибирской области.*

**Ключевые слова:** терминальные комплексы, рынок транспортных услуг, складское помещение, логистика.

В условиях развивающегося рынка перевозок грузов значение терминального обслуживания значительно возросло. Благодаря развитию экономики модернизируются старые и появляются новые терминалы, совершенствуется техническое оснащение и инфраструктура. Существует практика объединения в единые цепи, что упрощает логистические цепи и процесс формирования мультимодальных перевозок.

В формировании терминальной системы большое значение имеет эксплуатация многофункциональных грузовых терминалов. Терминалы могут быть разнопрофильными и специализированными, которые адаптированы под определенные виды транспорта.

Терминальное обслуживание логистических и транспортных компаний предоставляет следующие услуги:

- Организация погрузочно-разгрузочных работ, перегрузка;
- Сервисное обслуживание: складирование, лизинг, аренда, размещение и ремонт;
- Таможенные услуги
- Диспетчерское обслуживание (контроль за движением);
- Обработка грузов (укрупнение партий груза, комплектация и перекомпоновка, маркировка и т.д.)

Терминалы могут создаваться при близости к развитой инфраструктуре, например:

- при крупных автотранспортных предприятиях, занимающихся междугородными перевозками грузов;
- на базе действующих грузовых автостанций и складов, узловых транспортно-экспедиционных предприятий;
- при крупных грузоотправителях или грузополучателях. При этом по согласованию с клиентом могут использоваться его складские площади и служебные помещения;
- на транспортных узлах региона или магистрали.

В условиях развития рыночных отношений терминальные комплексы позволяют арендовать помещения для их эксплуатации. Проанализировав все способы использования терминальных мощностей, клиент может выбрать наилучший для себя вариант.

Возможности использования собственного склада практически ничем не ограничены, но и у данного варианта есть свои недостатки.

Преимущества собственного склада:

1. Высокая степень контроля за работой склада. Возможность настроить процессы под собственные нужды. Для перестраивания склада не нужно согласовывать владельцами;
2. Собственный склад является капитальным активом;

3. Возможность организовать уникальную инфраструктуру, которая не представлена на рынке терминальных услуг;

4. Наличие собственного склада у транспортной компании является привлекательным для клиента, так как это показатель состоятельности, стабильности и надежности фирмы.

Недостатки склада в собственности:

1. Необходимость больших капитальных вложений на постройку или покупку;

2. Малая мобильность. При наличии собственного склада возникает необходимость выстраивать всю логистику вокруг него;

3. Возможные административные запреты при строительстве и переустройстве терминала;

4. Затраты на регулярное обслуживание, капитальный и косметический ремонт;

5. Большие сроки возведения новых зданий;

6. Необходимость обеспечения полной загрузки склада.

Далее хотелось бы рассмотреть плюсы арендованных помещений:

1. Низкие текущие затраты по сравнению с покупкой или постройкой склада;

2. Мобильность. Есть возможность разорвать сделку с арендодателями;

3. Отсутствие необходимости обслуживания здания. Чаще всего клиент обязан обеспечить косметические работы, если это прописано в договоре;

4. При аренде выбор складских помещений больше.

Недостатки арендованного склада:

1. Любые изменения, например ремонты, улучшения необходимо согласовывать с арендодателем;

2. Высокий риск возрастания ставки;

3. Арендодатель может отказаться от сотрудничества в одностороннем порядке.

С развитием рыночных отношений терминал больше не воспринимается как склад с минимумом функций. В настоящее время терминал – это многофункциональный транспортно-распределительный логистический центр с широким перечнем оказываемых услуг.

Для нашей страны самыми востребованными терминалами являются комплексы класса А, А+, В, В+, а также небольшие складские помещения для малого бизнеса.

По итогам исследования «Рейтинг логистических операторов» международной консалтинговой компании Knight Frank крупнейшими операторами складской недвижимости в России стали FM Logistic и «Деловые линии». Первая из них лидирует на столичном рынке, а вторая – на региональном [1].

Сегодня российский рынок логистических услуг развит недостаточно. По мнению экспертов, его потенциал оценивается в 120 млрд. долларов США, причем доля сектора перевозок и экспедирования грузов всеми видами транспорта составляет 55%, сектора складских услуг -13% и сектора услуг по интеграции и управлению цепями поставок – 32%.

В России сейчас формируется рынок логистических операторов, основные тенденции которого аналогичны тенденциям рынка восточноевропейских стран, поэтому следует ожидать развития более тесного сотрудничества российского логистического оператора с клиентами в области оптимизации уровня запасов, интеграции компьютерных систем и совместного управления издержками.

На российском рынке логистических услуг уже действуют такие мощные международные логистические компании, как P&O Trans European, FM Logistic, Kuhne & Nagel, «Вельц», «Шенкер Руссия», «ПанАльпина» и др. Наблюдается большой интерес к складской инфраструктуре России со стороны крупных международных логистических компаний, стимулируемый требованиями их международных клиентов.

Одним из крупнейших транспортных узлов является Новосибирск. В городе и его окрестностях концентрируется большое количество складских комплексов. Несмотря на то, что в 2022 году из России ушли крупные европейские компании, которые занимали большую часть рынка (50% морских контейнерных перевозок, 60% контейнерных перевозок), российские компании смогли справиться с ситуацией не за счет роста объемов рынка, а за счет перераспределения потоков.

На данный момент происходит формирование новой логистики. Выстраиваются новые маршруты на Индию, Саудовскую Аравию, Иран и в европейские страны через Турцию, однако существуют проблемы с доставкой на Восток (Забайкальск, Дальний Восток). Множество компаний, работавших на европейские регионы, переориентировались на Восток. В таких условиях точкой выхода на рынок Казахстана и Китая является Новосибирск.

Данная ситуация несет рост нагрузки на регион как на транспортный узел. В результате дополнительных объемов вся инфраструктура получает огромную нагрузку, поэтому нередки случаи, когда груз ждет отправки до нескольких недель. Существуют серьезные риски роста ставок. Эту ситуацию стараются компенсировать за счет строительства новых комплексов и контейнерных терминалов, что дает большой толчок к росту транспортно-логистической инфраструктуры региона. Большие инвестиционные программы по наращиванию мощностей реализуют компании «Евросиб», Fesco, «Трансконтейнер», ПЛП «Восточный» и т.д. К положительным тенденциям так же можно отнести снижение стоимости фрахта контейнеров, сейчас она составляет 1800 долларов в месяц (в пандемию стоимость доходила до 10 тыс. долларов).

В настоящее время активно ведется строительство складов в соседних регионах, однако, в Новосибирске концентрируются 79% складских комплексов класса А и Б в Сибири. Это позволяет Новосибирску иметь статус ключевого логистического хаба в Сибири. В первую очередь это связано с географическим положением. В 2014 году Союз транспортников, экспедиторов и логистов Сибири рассчитали эффективность поставок контейнерных грузов железной дорогой до Омска и Новосибирска. Вся экономия съедалась за счет операций по отцепке вагонов, переформированию поезда. С учетом инвестиционных затрат склад вообще не окупался. Намного выгоднее привести все вагоны до Новосибирска, а потом контейнерами на автопоездах отправлять в Омск и другие регионы [2].

Следует ожидать значительного расширения перечня логистических услуг, представленных на российском рынке, особенно при взаимодействии с крупными торговыми сетями. Рост спроса на логистические услуги в дальнейшем будет увеличивать разрыв между ведущими логистическими операторами и отсталыми в технологическом отношении компаниями, так как действительно полный комплекс логистических услуг может предлагать только тот провайдер, который способен управлять грузопотоками в цепочке поставок, применяя информационные технологии.

#### Список использованных источников

1. Knight Frank. Классификация складских помещений [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://content.knightfrank.com/resources/knightfrank.ru/pdf/research/ind.pdf> (дата обращения: 20.09.2023)
2. Интервью Президента Союза транспортников, экспедиторов и логистов Сибири (СТЭЛС) portalу asti.su [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://news.ati.su/article/2023/07/05/v-novosibirske-kontsentrirujutsja-79-skladskih-kompleksov-klassa-a-i-b-v-sibiri-823345/> (дата обращения: 05.10.2023)

### THE RELEVANCE OF THE DEVELOPMENT OF THE TERMINAL COMPLEX IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE NOVOSIBIRSK REGION

*This article provides up-to-date information on the state of the terminal services market in the Russian Federation. The prospects for the development of terminals, specific types of storage*

*facilities that are most attractive to the consumer are analyzed. Conclusions are drawn about the prospects for the development of terminal complexes in the Novosibirsk region.*

**Keywords:** *terminal complexes, transport services market, warehouse, logistics.*

УДК 656.21

## **СОВРЕМЕННЫЙ МОБИЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С БЕСКОНТАКТНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ АВИТРЕК**

*Громакова Е.В.*

*Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»  
в г. Ртищево, Ртищево, Россия*

*Инвестиционная программа ОАО «РЖД» по обновлению парка мобильных диагностических средств до 2026 года предполагает завершить производство специализированных диагностических средств и освоить серийный выпуск мобильных диагностических комплексов.*

*Современный диагностический комплекс в рамках новой технологии на сетевом уровне позволяет высвободить девять единиц мобильных средств, на региональном - пять единиц.*

*Дооснащение дефектоскопного комплекса АВИКОН-ОЗМ бесконтактной путеизмерительной системой, получившей название АВИТРЕК, соответствует вышеуказанной концепции по созданию мобильного диагностического комплекса на период до 2026 года.*

**Ключевые слова:** *инфраструктура, мобильный диагностический комплекс, АВИТРЕК, бесконтактная аппаратура, измерительная система.*

Согласно технико-экономическому обоснованию (ТЭО) создания Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры перед структурным подразделением Центральной дирекции инфраструктуры поставлены следующие задачи:

- снижение расходов на диагностику объектов инфраструктуры;
- оптимизация количества мобильных и съемных средств диагностики;
- сокращение числа используемых локомотивов и локомотивных бригад;
- уменьшение количества ниток графика движения поездов;
- реализация оценки параметров объектов инфраструктуры в комплексе при фактически установленных скоростях движения;
- оптимизация числа работников, задействованных в диагностике объектов инфраструктуры;
- увеличение объема проверки одним мобильным средством диагностики;
- сокращение расходов на ремонт средств диагностики [1].

Выполнение этих задач позволит снизить количество вагонов-путеизмерителей, вагонов-дефектоскопов, вагонов-лабораторий испытания контактной сети, вагонов-лабораторий автоматики и телемеханики по сети на 75 % от существующего парка мобильных средств диагностики.

Инвестиционная программа ОАО «РЖД» по обновлению парка мобильных диагностических средств до 2026 года предполагает завершить производство специализированных диагностических средств и освоить серийный выпуск мобильных диагностических комплексов.

Согласно ТЭО один диагностический комплекс в рамках новой технологии на сетевом уровне позволяет высвободить девять единиц мобильных средств, на региональном — пять единиц [1]. Проект АО «Радиоавионика» по дооснащению

дефектоскопного комплекса АВИКОН-ОЗМ бесконтактной путеизмерительной системой (БПС), получившей название АВИТРЕК, соответствует вышеуказанной концепции по созданию МДК на период до 2026 года.

Бесконтактная аппаратура при разработке системы АВИТРЕК была выбрана для возможности контроля геометрических параметров пути на высоких скоростях в составе скорых и пассажирских поездов. Отсутствие контактирующих поверхностей и, вследствие этого, отсутствие износа измерительных механизмов, а также снижение влияния динамики подвижного состава на измерительную аппаратуру являются несомненными достоинствами бесконтактных путеизмерительных систем по сравнению с контактными. В основном вся аппаратная измерительная часть АВИТРЕК изготовлена с применением оптических бесконтактных датчиков. В состав бесконтактной путеизмерительной системы АВИТРЕК входят оптические датчики рихтовки, полного профиля головки рельсов, коротких и импульсных неровностей (датчики зазоров), очертания габарита балластной призмы, вертикальных перемещений «букса-кузов», приемник и антенна приема сигнала GPS/Glonass, гиросистема (БИНС), три ПЭВМ и локальная вычислительная сеть (ЛВС) [2, с.6].

Бесконтактная путеизмерительная система АВИТРЕК состоит из следующих систем. Первая система - система контроля полного профиля головки рельса.

Принцип работы датчиков полного профиля основан на методе светового сечения. На поверхность рельса перпендикулярно его продольной оси проецируются излучателями световые полосы, которые регистрируются приемными фотосенсорами под углом к плоскости их распространения. Алгоритм обработки поступающей информации позволяет определить отклонения исследуемого профиля головки при сравнении со стандартным. Получаемая оперативная информация позволяет своевременно применить технологию предупредительного профилирования рельса шлифованием.

Система контроля полного профиля головки рельсов включает в себя измерение ширины колеи, подуклонки и наклона поверхности катания рельсовых нитей, а также бокового, вертикального и приведенного износа.

Вторая система - система измерения импульсных и коротких неровностей на поверхности катания состоит из двух лазерных датчиков, блока управления, персонального компьютера и комплекта кабелей. Датчики размещены в подвагонном пространстве [2, с.7].

Система унифицирована с модулями АВИТРЕК, что позволяет делать привязку получаемых данных к пройденному пути.

Принцип действия системы следующий: лазерные датчики формируют подробную трехмерную модель рельса, анализ которой позволяет обнаружить на поверхности катания наличие коротких неровностей, а также измерить их амплитуду. Трехмерная модель в зоне стыка дает возможность определить величину стыкового зазора, оценить размер вертикальной и горизонтальной «ступеньки». В результате измерения и последующей программной обработки полученного массива данных формируется графическая диаграмма импульсных неровностей с привязкой измерений к координате пути.

Третья система - система измерения габаритов приближения строений (очертания балластной призмы) состоит из четырех сканирующих лазерных датчиков, расположенных на торцевой стенке вагона, блока управления, персонального компьютера и комплекта кабелей. Очертания пространственного сканирования по видеокадру унифицирована с модулями аппаратуры АВИТРЕК, что позволяет делать привязку получаемых данных к пройденному пути. Принцип действия системы следующий: лазерные датчики сканируют пространство вокруг вагона в плоскости перпендикулярной его строительной оси. Каждый датчик покрывает сектор в  $73^\circ$ . Полученные массивы точек на поверхности прилегающих к пути объектов поступают в персональный компьютер, где габариты проверяются в единой системе координат, связанной с центром колеи [2, с.7].

Четвертая система - измерительная система просадок рельсовых нитей выполнена на датчиках, измеряющих вертикальные перемещения буксовых узлов колесных пар относительно кузова вагона. Система хотя и механическая, но контактов с измерительной поверхностью (неровностью рельсовой нити в вертикальной плоскости) не имеет.

Пятая система - измерительная система уровня и перекосов основана на применении в качестве измерительного средства бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) с компенсацией поперечного раскачивания кузова вагона через датчики линейных перемещений «букса-кузов». Кроме уровня система вычисляет траекторию движения объекта, на котором она установлена, в трех плоскостях, что позволяет формировать при программной обработке графики продольного профиля и плана линии [2, с.8].

БИНС предназначена для непрерывного высокоточного бесконтактного измерения геометрических параметров пути в составе контрольно-вычислительного комплекса. Она состоит из моноблока бесплатформенной инерциальной навигационной системы с монтажной рамой, приемника спутниковой системы навигации и датчика пройденного пути.

Принцип действия измерительной системы уровня построен на использовании инерциальных методов определения пространственного положения объекта. В качестве первичной используется информация об абсолютных значениях угловой скорости и ускорении объекта. Датчики, измеряющие первичную информацию, — высокоточные гироскопы и акселерометры.

Совместная обработка первичной информации о состоянии объекта, полученной от датчиков и приемника спутниковой системы навигации, позволяет получить непрерывный высокоточный процесс вычисления параметров пространственного положения МДК. Связанная схема интеграции показаний датчиков и системы спутниковой навигации обеспечивает высокоточное определение параметров пространственного положения при достаточно длительных перерывах поступления информации от системы спутниковой навигации [2, с.10].

Дополнительные параметры, измеряемые системой АВИТРЕК, такие как импульсные и короткие неровности, очертания габаритов балластной призмы внедряются на сети ОАО «РЖД» впервые.

Все вышеуказанное позволило создать мобильный диагностический комплекс состояния железнодорожного пути на уровне лучших образцов отечественной техники.

#### Список использованных источников

1. Техничко-экономическое обоснование целесообразности создания Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры — структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры: ЦДИ ОАО «РЖД» от 14.09.2017 № 16206. Электронная версия.
2. Шилов М.Н., Карпасов С.А. О разработке современной бесконтактной измерительной системы АВИТРЕК // Путь и путевое хозяйство. 2021. № 9. С. 6-10.

### MODERN MOBILE DIAGNOSTIC COMPLEX WITH NON-CONTACT MEASURING SYSTEM AVITREK

*The investment program of JSC "Russian Railways" for the renewal of the fleet of mobile diagnostic tools by 2026 suggests completing the production of specialized diagnostic tools and mastering the serial production of mobile diagnostic complexes. A modern diagnostic complex within the framework of a new technology at the network level allows you to release nine units of mobile funds, at the regional level - five units. Retrofitting of the AVICON-OZM flaw detection complex with a contactless track measuring system, called AVITREK, corresponds to the above-mentioned concept for the creation of a mobile diagnostic complex for the period up to 2026.*

**Keywords:** *infrastructure, mobile diagnostic complex, AVITREK, contactless equipment, measuring system.*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ В ВАГОНАХ И КОНТЕЙНЕРАХ

Гянджумян В.В., Варламов А.В.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия

*В статье рассмотрены инновация средств крепления. Проведен анализ креплений. Рассмотрено уменьшение времени на погрузку. Рассмотрены надежность и скорость.*

**Ключевые слова:** *крепления, инновации, скорость, простота, вагоны, контейнера.*

Надежная перевозка тарно-штучных грузов в контейнерах и вагонах важна для эффективной и безопасной транспортной системы. Следует тщательно подходить к выбору средств крепления грузов в них, так как наиболее подходящий выбор позволит увеличить сохранность перевозимого груза [2].

Цель данной статьи – изучить проблемы безопасности, связанные с перевозкой тарно-штучных грузов в контейнерах и вагонах и связь с выбором средств крепления груза.

При перевозке тарно-штучных грузов крепление является важнейшим вопросом, который необходимо решить при выборе подходящего средства крепления. В процессе крепления используются различные крепежные материалы, которые выбираются в зависимости от их способности уменьшить или устранить ненужные перемещения или смещения во время транспортировки. К ним относятся ремни, ленты, упаковочные ленты, сетки, щиты, распорки и др. [3] Поэтому очень важно выбирать только те материалы, которые смогут обеспечить эффективную фиксацию груза на протяжении всего пути следования — снижая или полностью устраняя уровень незащищенности груза [2].

Учитывая важность методов крепления грузов при транспортировке, важно понимать, какие типы крепления будут наиболее подходящими для того или иного типа груза. Также следует отметить, что для обеспечения полной безопасности грузов, упакованных в коробки, отправленных и доставленных безопасным надежным способом, необходимо принять соответствующие меры по выбору и внедрению подходящих крепежных механизмов — в противном случае есть риск того, что весь груз окажется под угрозой опасности из-за безответственного неправильного обращения, что, в свою очередь, приведет к финансовым потерям, понесенным при попытке восстановить поврежденные товары по прибытии в пункт назначения.

В этом случае пневмооболочки (рисунок 1) [1] — это одно из решений, которое помогает защитить грузы от повреждений и увеличить безопасность перевозки. Пневмооболочки — это воздушные подушки, наполненные сжатым воздухом, которые используются для защиты грузов от повреждений при железнодорожной перевозке. Они могут быть использованы для практически любого вида груза, от телефонов до автомобилей и запчастей [6]. Эти подушки надежно защищают груз от ударов и вибрации во время перевозки.



Рисунок 1 – Пневмооболочка Типа Medium L2 фирмы Ингертранспак

Одно из ключевых преимуществ использования пневмооболочек — это защита от механических повреждений. При перевозке груза по железной дороге он подвергается вибрации и ударам, что может привести к его повреждению [4]. В таком случае использование пневмооболочек особенно важно, чтобы обеспечить безопасность и сохранность груза. Оболочки обеспечивают смягчение ударов и вибраций, что позволяет грузу оставаться в целостности и сохранности во время перевозки [5]. Кроме того, пневмооболочки могут снизить риски, связанные с проблемами укладки груза. Использование подушек обеспечивает более простой процесс укладки груза внутри вагона, и позволяет грузу быть защищенным и безопасным внутри. Это также позволяет уменьшить время, затрачиваемое на укладку груза, что может повлиять на скорость доставки и экономию времени и ресурсов (рисунок 2) [7].



Рисунок 2 – Пример применения пневмооболочек

Также использование пневмооболочек имеет экономические преимущества. Эти подушки можно использовать многократно, что уменьшает расходы на упаковку при перевозке грузов. Также использование этих подушек может снизить количество



поврежденных грузов и уменьшить затраты на ремонт или замену поврежденных товаров. Это помогает компаниям сэкономить деньги и повысить эффективность перевозок.

Несомненно, использование пневмооболочек является одним из самых надежных и эффективных способов защитить грузы от повреждений при железнодорожной перевозке. Они повышают безопасность перевозок, снижают риски повреждений, экономят время и деньги, и могут использоваться на практически любом виде груза. Поэтому использование пневмооболочек рекомендуется при транспортировке любого вида груза, который может быть поврежден во время перевозки.

#### Список использованных источников

1. Сайт производителя пневмооболочек «Интертранспак» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intertranspak.ru/faq/>, свободный, - (дата обращения: 17.03.2023).
2. Казанская Л. Ф., Шайкина Э. А. Новые средства крепления грузов при организации железнодорожных перевозок. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-sredstva-krepleniya-gruzov-pri-organizatsii-zheleznodorozhnyh-perevozk/viewer>, - (дата обращения: 20.03.2023).
3. Что такое пневмооболочка Viskom Dunnage Bag [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://com-stil.com/vse-stati/chto-takoe-pnevmoobolochka-viskom-dunnage-bag>, свободный, - (дата обращения: 20.03.2023)
4. Распоряжение ОАО «РЖД» № 2560/р от 18.11.2019 о применении пневмооболочек URL: <https://zpuhouse.com/landings/razyasnenie-po-primeneniyu-pnevmoobolochek-v-krytykh-vagonakh-i-konteynerakh-po-zhd/> - (дата обращения: 22.03.2023)
5. РЖД Логистика начала использовать пневмооболочки для сохранности грузов и удешевление услуги URL: [https://www.alt.ru/logistics\\_news/54903/](https://www.alt.ru/logistics_news/54903/) - (дата обращения: 29.03.2023)
6. Сайт производителя пневмооболочек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cordstrap-russia.ru/catalog/bag/>, свободный, - (дата обращения: 29.03.2023)
7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.04.2012 №719р «Местные технические условия размещения и крепления транспортных пакетов в универсальных крупнотоннажных контейнерах с применением надувных полипропиленовых пакетов (пневмооболочек)» URL: <https://e-ecolog.ru/docs/IxprdCuNHcMWN-4Wf4-rO/42>, свободный, - (дата обращения: 30.03.2023)

## IMPROVING METHODS OF SECURING CARGO IN WAGONS AND CONTAINERS

*Innovation of fastening means. Analysis of fasteners. Reduction of loading time. Reliability and speed.*

**Keywords:** fasteners, innovation, speed, simplicity, wagons, containers.

УДК 656.25

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

*Елисеев В.Н., Алдашов И.Н.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматриваются функции и назначение устройств электрической централизации (УЭЦ). Выделены рекомендации по проектированию УЭЦ на железнодорожных станциях. Описано назначение и функции систем автоматизации и централизации.*

**Ключевые слова:** устройства электрической централизации, системы автоматизации, системы телемеханики.

Устройства электрической централизации играют решающую роль в эффективной и безопасной эксплуатации железнодорожных станций. Они отвечают за управление

различными электрическими системами и компонентами, обеспечение бесперебойной связи и оптимизацию распределения электроэнергии.

Устройства электрической централизации (УЭЦ) используются для управления и мониторинга электрооборудования и систем на железнодорожных станциях [1]. УЭЦ можно использовать для управления широким спектром электрооборудования, включая.

1. Источники тягового питания
2. Сигнальные системы
3. Системы освещения
4. Эскалаторы и лифты
5. Системы отопления и вентиляции
6. Системы безопасности

УЭЦ также можно использовать для контроля работы электрооборудования и систем, а также для выявления и диагностики неисправностей [2]. Эта информация может быть использована для повышения надежности и эффективности электрических систем, а также для снижения затрат на техническое обслуживание.

При проектировании УЭЦ для железнодорожной станции необходимо учитывать ряд факторов, в том числе.

1. Размер и сложность железнодорожной станции
2. Тип контролируемого электрооборудования и систем
3. Необходимый уровень надежности и безопасности
4. Доступный бюджет
5. Конструктивные соображения

Ниже приведены некоторые важные соображения по проектированию УЭЦ на железнодорожных станциях.

1. УЭЦ должны быть высоконадежными, так как сбой может иметь серьезные последствия для работы железнодорожной станции. Это означает, что УЭЦ должны быть спроектированы с учетом резервирования и отказоустойчивости.

2. УЭЦ должны разрабатываться с учетом соображений безопасности. Это включает в себя такие функции, как электрическая изоляция и блокировка для предотвращения случайного срабатывания.

3. Электронные устройства должны быть просты в обслуживании и ремонте [3]. Это важно для того, чтобы свести к минимуму время простоя и перебои в работе железнодорожной станции.

4. УЭЦ должны быть спроектированы таким образом, чтобы быть гибкими и расширяемыми с учетом будущих изменений в электрической системе. Это включает в себя возможность добавления нового оборудования и систем в ЕСД без нарушения работы существующей системы.

Существует два основных типа УЭЦ.

Централизованные УЭЦ расположены в центральном диспетчерском пункте и управляют всем электрооборудованием и системами на железнодорожной станции.

Распределенные УЭЦ расположены в различных местах по всей железнодорожной станции и управляют электрическим оборудованием и системами в непосредственной близости от них.

1. Централизованные УЭЦ обычно используются на крупных и сложных железнодорожных станциях. Они обладают рядом преимуществ, в том числе.

Централизованные УЭЦ позволяют осуществлять централизованное управление всем электрооборудованием и системами на железнодорожной станции. Это может повысить эффективность и координацию.

Централизованные системы УЭЦ могут обеспечить мониторинг всего электрооборудования и систем на железнодорожной станции в режиме реального

времени. Это может помочь быстро выявлять и диагностировать неисправности и свести к минимуму время простоя.

Централизованные УЭЦ могут хранить исторические данные о работе электрооборудования и систем. Эти данные могут быть использованы для выявления тенденций и закономерностей, а также для повышения надежности и эффективности электрических систем.

2. Распределенные УЭЦ обычно используются на небольших и менее сложных железнодорожных станциях. Они обладают рядом преимуществ, в том числе.

Снижение затрат. Установка и обслуживание распределенных УЭЦ, как правило, обходятся дешевле, чем централизованных УЭЦ.

Повышенная гибкость. Распределенные УЭЦ являются более гибкими, чем централизованные УЭЦ. Это объясняется тем, что они могут быть легко расширены с учетом будущих изменений в электрической системе.

Сокращение времени простоя. Распределенные УЭЦ с меньшей вероятностью приведут к простоям железнодорожной станции, чем централизованные УЭЦ. Это связано с тем, что сбой в работе одного распределенного ECD не повлияет на работу других распределенных ECD.

Проектирование УЭЦ для железнодорожных станций - сложная задача, требующая тщательного учета ряда факторов. Принимая во внимание размер и сложность железнодорожной станции, тип контролируемого электрооборудования и систем, требуемый уровень надежности и безопасности, а также доступный бюджет, инженеры могут спроектировать УЭЦ, соответствующие конкретным потребностям железнодорожной станции.

Несколько конкретных примеров того, как УЭЦ можно использовать для управления и мониторинга электрооборудования и систем на железнодорожной станции.

Тяговые источники питания. УЭЦ могут использоваться для управления напряжением и током тяговых источников питания. Это помогает гарантировать, что поезда имеют надежное электроснабжение и что источник питания не перегружен.

Сигнальные системы. УЭЦ могут использоваться для управления работой сигнальных систем. Это включает в себя управление работой сигналов, точек и рельсовых цепей.

Системы освещения. УЭЦ могут использоваться для управления работой систем освещения на железнодорожных станциях. Это включает в себя управление яркостью ламп и временем их включения и выключения.

Эскалаторы и лифты. УЭЦ можно использовать для управления работой эскалаторов и лифтов на железнодорожных станциях. Это включает в себя контроль скорости и направления движения, а также предотвращение их перегрузки.

Системы отопления и вентиляции. УЭЦ можно использовать для управления работой систем отопления и вентиляции на железнодорожных станциях. Это помогает обеспечить комфорт пассажиров и надлежащую вентиляцию станции.

Техническая реконструкция железнодорожного транспорта – сложный процесс, который включает в себя широкий спектр мероприятий, включая внедрение систем автоматизации и телемеханики. Системы автоматизации и телемеханики необходимы для повышения эффективности, безопасности и надежности железнодорожного транспорта.

Системы автоматизации используются для автоматизации работы железнодорожного оборудования и систем. Это может включать автоматизацию следующих задач.

1. Управление поездом
2. Сигнализация
3. Источник тягового питания
4. Техническое обслуживание подвижного состава

## 5. Информационные системы для пассажиров

Системы автоматизации могут помочь повысить эффективность железнодорожных операций за счет уменьшения необходимости ручного вмешательства. Это может привести к сокращению времени в пути, увеличению пропускной способности и снижению затрат.

Системы телемеханики используются для удаленного мониторинга и управления железнодорожным оборудованием и системами. Это может включать в себя мониторинг следующего.

1. Местоположение и скорость поезда
2. Состояние трассы
3. Состояние сигнала
4. Состояние тягового электроснабжения
5. Исправность подвижного состава

Системы телемеханики могут помочь повысить безопасность и надежность железнодорожных перевозок, обеспечивая раннее предупреждение о потенциальных проблемах. Это позволяет проводить профилактическое обслуживание и быстро принимать корректирующие меры в случае возникновения проблемы.

Преимущества систем автоматизации и телемеханики

Внедрение систем автоматизации и телемеханики на железнодорожном транспорте может обеспечить ряд преимуществ, в том числе.

**Повышение эффективности.** Системы автоматизации и телемеханики могут помочь повысить эффективность железнодорожных операций за счет сокращения необходимости ручного вмешательства и предоставления информации о состоянии оборудования и систем в режиме реального времени.

**Повышенная безопасность.** Системы автоматизации и телемеханики могут помочь повысить безопасность железнодорожных перевозок, обеспечивая раннее предупреждение о потенциальных проблемах и позволяя быстро принимать корректирующие меры в случае возникновения проблемы.

**Повышенная надежность.** Системы автоматизации и телемеханики могут помочь повысить надежность работы железных дорог за счет снижения риска человеческих ошибок и предоставления информации о состоянии оборудования и систем в режиме реального времени [4].

**Снижение затрат.** Системы автоматизации и телемеханики могут помочь снизить затраты на железнодорожные перевозки за счет снижения потребности в рабочей силе и повышения эффективности и надежности операций.

Техническая реконструкция железнодорожного транспорта и внедрение систем автоматизации и телемеханики сопряжены с рядом проблем, в том числе.

**Модернизация существующей инфраструктуры.** Многие железнодорожные системы устарели и требуют значительных инвестиций для их оснащения системами автоматизации и телемеханики.

**Интеграция новых и старых систем.** Новые системы автоматизации и телемеханики должны быть безопасно и надежно интегрированы с существующими системами.

**Кибербезопасность.** Системы автоматизации и телемеханики уязвимы для кибератак, поэтому важно принимать соответствующие меры безопасности.

**Обучение персонала.** Персонал необходимо обучить тому, как безопасно и эффективно использовать новые системы автоматизации и телемеханики.

Несмотря на существующие проблемы, техническая реконструкция железнодорожного транспорта и внедрение систем автоматизации и телемеханики необходимы для повышения эффективности, безопасности и надежности железнодорожного транспорта. Инвестируя в эти технологии, железнодорожные

операторы могут улучшить качество обслуживания своих пассажиров и клиентов и снизить свои эксплуатационные расходы.

#### Список использованных источников

1. Гордиенко Е.П., Орловцева О.В. Перспективы развития систем электрической централизации // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России ("ТрансПромЭк-2019"). 2019. С. 17-20.
2. Кононов В.А., Лыков А.А., Никитин А.Б. Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций. М., 2013.
3. Горелик А.В., Горелик В.Ю., Шалягин Д.В. Оценка рисков, связанных с функционированием систем электрической централизации // Электротехника. 2018. №. 9. С. 49-53.
4. Мамонов Р.В. Анализ работы системы автоматизации диагностирования и мониторинга устройств и систем ЖАТ СЦБ / Р.В. Мамонов, С.В. Трубин // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС, 2023. С. 136-139.

### DESIGN OF ELECTRICAL CENTRALIZATION DEVICES AT A RAILWAY STATION

*The article discusses the functions and purpose of electrical centralization devices (ECS). Recommendations on the design of the UEC at railway stations are highlighted. The purpose and functions of automation and centralization systems are described.*

**Keywords:** *electrical centralization devices, automation systems, telemechanics systems.*

656.25

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ СЦБ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

*Елисеев В.Н., Ширяев С.Б.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье изложены принципы построения, практическая реализация и опыт эксплуатации системы автоматического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ — АДК СЦБ. Дан обзор современных микропроцессорных СЖАТ и рассмотрены особенности их увязки СЦБ. Показаны пути автоматизации технического обслуживания станционных и перегонных устройств на основе диагностических возможностей СЦБ.*

**Ключевые слова:** *модернизация устройств, железнодорожная технологическая связь, железнодорожная автоматика.*

Проводимая в рамках Программы обновления и развития средств железнодорожной автоматики на 2018-2022 гг. модернизация устройств СЦБ во многом способствует обновлению элементной базы аппаратуры на основе широкого внедрения микропроцессорных устройств диспетчерской централизации, централизованной автоблокировки и ряде других современных систем и устройств. Вместе с тем, за последние четыре года отмечен рост числа отказов аппаратуры СЦБ. По сравнению с 1996 г. их число выросло на 46 % [1].

Департаментом СЦБ, ВНИИУП, электротехническими заводами проводится ряд мероприятий по повышению качества аппаратуры, однако они не дают должного эффекта из-за отсутствия комплексного подхода к решению задачи. Основная часть отказов аппаратуры СЦБ происходит из-за неудовлетворительного качества элементной базы,

применяемой в ряде случаев в предельных режимах, и низкого уровня технологии производства аппаратуры на электротехнических заводах. Аналогичная ситуация сложилась и по аппаратуре железнодорожной технологической связи.

Таким образом, в настоящее время возникло объективное противоречие между повышающимися требованиями к надежности устройств автоматики и связи и невозможностью чисто организационными мерами обеспечить высокое качество выпускаемой аппаратуры, позволяющее гарантировать выполнение этих требований.

В этой статье предлагается комплекс научно-технических направлений, охватывающих весь замкнутый цикл создания электронных устройств, реализация которого позволит в короткие сроки существенно снизить число отказов устройств железнодорожной автоматики и связи, довести качество технологии их изготовления до современного уровня и в итоге обеспечить конкурентоспособность создаваемой и выпускаемой аппаратуры СЦБ и технологической связи [2].

Замкнутый цикл создания электронных устройств состоит из нескольких неразрывно связанных между собой обязательных стадий, которые можно объединить в три этапа: разработка и проектирование; изготовление, включая контроль и испытания; эксплуатация. Надежность устройств СЦБ и технологической связи закладывается на первом этапе, обеспечивается на втором, а проявляется на третьем. Наиболее важным условием разработки обоснованных и эффективных мер повышения надежности электронных устройств является оперативная обратная связь с этапа эксплуатации на этапы разработки и изготовления. В настоящее время во ВНИИУП с некоторых дорог поступает информация об отказах аппаратуры СЦБ и связи, однако она не систематизирована, не содержит детального анализа причин отказов и их подтверждения. Это не позволяет довести ее до разработчиков аппаратуры и эффективно и оперативно использовать при разработке мероприятий по снижению числа отказов [3].

В связи с этим целесообразно организовать постоянную комплексную научно-исследовательскую работу по сбору, накоплению и обобщению данных об отказах аппаратуры железнодорожной автоматики и связи, систематическому их анализу с целью выявления реальных причин отказов и разработки обоснованных и эффективных мероприятий по их устранению, в том числе для эксплуатационных подразделений.

В процессе подобной работы, как правило, устанавливаются устойчивые связи с эксплуатационными подразделениями, направленные на своевременное выявление программных, схмотехнических и конструктивно-технологических дефектов аппаратуры, обеспечение высокого качества исходной информации, необходимой для проведения ее модернизации. Одновременно достигается сокращение материальных и финансовых затрат на разработку перспективной и модернизацию выпускаемой аппаратуры, создаются предпосылки для внедрения в процесс ее проектирования и разработки новейших информационных технологий и рационального использования на этой основе интеллектуальных ресурсов. Следствием эффективного применения указанной обратной связи являются повышение уровня и сокращение сроков разработки новой техники за счет возрастания ценности информации, получаемой разработчиками по обратной связи "эксплуатация - разработка" [4].

Выполнение научно-исследовательской работы подразумевает создание баз данных: по отказам, их статистике, схмотехническим (программно-аппаратным) решениям, подвергавшимся анализу при выяснении причин возникновения отказов; по поставщикам элементной базы с детальными характеристиками качества и надежности их продукции, полученными на основе анализа отказов.

Проведенный специалистами Центра разработки микропроцессорных систем автоматики (ЦРМСА) ВНИИУП анализ статистики отказов устройств железнодорожной автоматики и связи показал, что основными причинами являются: некачественная элементная база (50 %); низкий уровень технологии и системы качества заводов-

изготовителей (30 %); применение комплектующих элементов с нарушением режимов, предусмотренных в ТУ на эти элементы, или в предельных режимах (10 %); ошибки эксплуатации (5 %).

Такое распределение вероятностей основных причин отказов позволяет сделать вывод, что наиболее частая среди них - низкое качество элементной базы.

Для детального анализа отказов комплектующих элементов устройств железнодорожной автоматики и связи, выявления их причин, определения характеристик приводящих к ним процессов, а также воспроизведения отказов с целью доказательства их причин целесообразна и хорошо себя зарекомендовала кооперация ЦРМСА с Центром анализа отказов 22 ЦНИИ Министерства обороны РФ. В результате такого анализа для ряда устройств установлено, что в целях снижения цен на выпускаемую аппаратуру заводы-изготовители пользуются услугами "вторых" поставщиков, реализующих элементную базу низкого качества [5, 6].

При этом сравнительный анализ статистики отказов отечественной элементной базы, используемой в устройствах и системах железнодорожной автоматики, и экспресс-информации об отказах аналогичных компонентов, выпускаемых с военной приемкой, показал, что идентичные или близкие по характеристикам компоненты, используемые в аппаратуре МПС, выходят из строя в несколько раз чаще, чем их аналоги, применяемые в оборудовании военного назначения.

Основной причиной такой ситуации является отсутствие в МПС нормативно закреплённого порядка поставок и применения существующей элементной базы, а также входного контроля и необходимых испытаний комплектующих элементов. При этом, с одной стороны, имеет место экспансия отечественной и зарубежной элементной базы низкого качества, неконтролируемые поставки, в том числе фальсифицированных компонентов из ближнего зарубежья. С другой стороны, испытательная, метрологическая и нормативно-техническая база заводов-изготовителей недостаточна для детального входного контроля и испытаний используемой элементной базы и готовых устройств [7].

Одновременно следует отметить, что решение о закупке элементной базы, прошедшей военную приемку, не решит проблемы, но наложит ряд ограничений, которые приведут к затруднениям использования перспективных элементов мирового уровня, а также к существенному удорожанию выпускаемой аппаратуры.

В настоящее время основные зарубежные производители аналогичной аппаратуры пошли по пути применения современных COTS-технологий. основа которых - централизованный тотальный входной контроль, а также испытания и специальные исследования используемых компонентов. Такие технологии позволят за счет удорожания элементной базы, по сравнению с бытовой, на несколько процентов обеспечить значительное снижение числа ее отказов.

В связи с изложенным, острота проблемы высокого уровня числа отказов комплектующих изделий аппаратуры железнодорожной автоматики и связи требует разработки и реализации комплексной программы повышения качества и надежности элементной базы, направленной на обеспечение эффективной защиты разрабатывающих и производящих предприятий отрасли от экспансии недоброкачественной элементной базы, а также снижение вызванных ею материальных и финансовых потерь. Такая программа должна включать организацию поставок элементной базы, сертификации и входного контроля, а также дополнительных испытаний и специальных исследований ее компонентов. При этом целесообразно разработать "Перечень электрорадио-изделий, разрешенных к применению при разработке (модернизации), производстве и эксплуатации аппаратуры, приборов, устройств и оборудования МПС России", включающий информацию об аналогах и рекомендуемых надежных поставщиках и составляющий нормативную базу для ограничения использования некачественных комплектующих элементов.

Внедрение такого перечня направлено на повышение качества и надежности аппаратуры СЦБ и связи при одновременном снижении их стоимости путем применения унифицированной и качественной элементной базы, сокращении затрат и сроков на их разработку, уменьшении эксплуатационных расходов в результате снижения числа отказов. Такой эффект достигается за счет сокращения номенклатуры применяемой элементной базы и уменьшения проблем с ее приобретением, снижения нагрузки и затрат на обеспечение деятельности службы материально-технического снабжения и входного контроля, установления устойчивых связей с поставщиками элементной базы. При этом создаются предпосылки для повышения уровня стандартизации и унификации схемотехнических и конструктивно-технологических решений, внедрения в разрабатываемую технику конструктивов мирового уровня и интеграции с глобальной технологией проектирования.

Для реализации программы повышения качества и надежности элементной базы необходимо также разработать нормативную и технологическую документацию по сертификации элементной базы, а также подготовить структуру системы сертификации и перечень привлекаемых в интересах МПС аккредитованных сертификационных центров и поставщиков комплектующих элементов и используемых материалов. Данная программа предусматривает упорядочение процедур поставок и применения элементной базы, создание нормативной базы, определяющей взаимоотношения с поставщиками. При этом за счет оптимального сочетания методов и средств сертификации, измерительного и испытательного оборудования, а также использования методик входного контроля элементной базы достигается сокращение затрат на анализ отказов.

Одновременно остро стоит вопрос надежности и качества импортной элементной базы, в особенности с учетом требований к аппаратуре железнодорожной автоматики и связи. Вместе с тем в Министерстве обороны и Госстандарте РФ накоплен опыт по сертификации отечественной элементной базы, а также поступающей из ближнего и дальнего зарубежья. Для наведения порядка с использованием импортной элементной базы представляется эффективным взаимодействие со структурами Министерства обороны РФ и других ведомств, компетентными в данной области.

Поскольку второй по значимости причиной отказов аппаратуры СЦБ и технологической связи является недостаточное качество технологии их изготовления, особую актуальность приобретают вопросы доведения технологии производства электротехнических заводов отрасли до конкурентоспособного уровня, а также контроля состояния производственных линий неподведомственных МПС предприятий, выпускающих аппаратуру железнодорожной автоматики и связи.

С целью анализа уровня технологии и системы качества заводов-изготовителей аппаратуры железнодорожной автоматики и связи для их балльной оценки специалистами ЦРМСА совместно с Академией стандартизации, метрологии и сертификации Госстандарта РФ разработана система количественных критериев. В первую очередь обследованы: Санкт-Петербургский и Лосиноостровский электротехнические заводы. Воронежский завод "Электросигнал", Владимирский завод "Электроприбор", Ижевский радиозавод.

В связи с этим одним из наиболее эффективных и скорейших путей повышения качества и надежности выпускаемой аппаратуры СЦБ и технологической связи, уменьшения числа их отказов в эксплуатации является централизованная в рамках МПС работа по научно-техническому сопровождению развития и контролю технологии изготовления электронных узлов и блоков.

Такая работа предполагает получение экспертных оценок конструктивных решений, удобства обслуживания и ремонтпригодности аппаратуры, разработку и внедрение системы сопровождения и отслеживания конструкторской документации по ранее проведенным разработкам на основе создания банка данных по всей номенклатуре



изделий электротехнических заводов и отраслевых баз данных о компонентах аппаратуры с учетом стандартизации форматов данных, а также единого электронного архива документов и базы данных по перспективным технологиям производства электронной аппаратуры.

При этом одним из наиболее важных направлений является разработка и реализация программы развития и технического перевооружения заводов отрасли для производства электронной аппаратуры с учетом перспектив развития микропроцессорных систем автоматики. Для ведения контроля заводов и учета показателей состояния их технологии и культуры производства требуется систематический анализ состояния технологии на электротехнических заводах отрасли и неподведомственных МПС предприятиях, выпускающих аппаратуру железнодорожной автоматики и связи с последующим ежегодным обобщением его результатов и разработкой рекомендации по повышению качества и надежности выпускаемой аппаратуры. Для проведения такого анализа необходимо периодическое уточнение системы критериев сравнительной оценки уровня технологии производства электронной аппаратуры, а также совершенствование нормативно-технической базы для обеспечения реального соответствия стандарту ISO-9001 [8, 9].

Третья по частоте проявления причина отказов аппаратуры железнодорожной автоматики и связи заключается в применении комплектующих элементов с нарушением режимов, предусмотренных в ТУ на эти элементы, или в предельных режимах. Для ее устранения требуется проведение экспертизы схмотехнических решений, заложенных в выпускаемые и разрабатываемые устройства железнодорожной автоматики и связи, их блоки и узлы, на предмет оценки корректности применения элементной базы. Эта работа поручена специалистам ЦРМСА ВНИИУП.

Систематическая работа по сбору, обобщению информации об отказах и физико-техническому анализу их причин, организация оперативной обратной связи на этапы разработки и изготовления и предложенная организационно-техническая система поставки сертифицированной с учетом требований МПС элементной базы позволят: в 2-3 раза снизить затраты на ремонт и модернизацию выпускаемых устройств; на 20-30 % сократить сроки разработки новой техники; создать объективные предпосылки для существенного повышения качества и надежности аппаратуры железнодорожной автоматики и связи; не менее чем на 30 % уменьшить затраты на приобретение и освоение перспективной элементной базы и свести количество ее отказов к минимуму.

В целом реализация предложенных мер и направлений работ позволит в короткие сроки существенно снизить число отказов аппаратуры железнодорожной автоматики и связи, довести качество технологии изготовления аппаратуры до мирового уровня и в итоге обеспечить ее конкурентоспособность.

#### Список использованных источников

1. Аркатов В.С., Кравцов Ю.Л., Степенский Б.М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. М.: Транспорт, 2020. 290 с.
2. Архипов Е.В., Гуревич В.Н. Справочник электромонтера СЦБ. М.: Транспорт, 2020. 287 с.
3. Асс Э.Е., Маслов Т.П. Монтаж устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2021. 336 с.
4. Багуц В.П., Ковалев Н.П., Костроминов А.М. Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник для вузов ж.-д. трансп. М.: Транспорт 2021. 286 с.
5. Волковинский В.Ю. Почему герметизированные аккумуляторы лучше? // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 1. С. 71-72.
6. Гавзов Д.В., Дрейман О.К., Кононов В.А. Системы диспетчерской централизации: учебник для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. Вл В. Сапожникова. М.: Маршрут, 2022. 406 с.
7. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения. — М: Изд-во стандартов, 2020. — 13 с.
8. Зорин В.И., Титов П.В., Похвалин Б.Ю. Локомотивные системы безопасности и регулирования движения поездов нового поколения // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 1. С. 26-29.

9. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ № ЦШ-530. М.: Трансиздат, 2018. 96 с.

## WAYS TO IMPROVE THE QUALITY AND RELIABILITY OF SCB EQUIPMENT AND TECHNOLOGICAL COMMUNICATION

*The article discusses the functions and purpose of electrical centralization devices (ECS). Recommendations on the design of the UEC at railway stations are highlighted. The purpose and functions of automation and centralization systems are described.*

**Keywords:** *modernization of devices, railway technological communication, railway automation.*

УДК 656.259.9

## ПРИНЦИП РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОДОВОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ НА ЭЛЕКТРОННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ (КЭБ) В ОАО «РЖД»

*Елисеев В.Н., Шулико Н.И.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматривается инновационная разработка в области железнодорожной автоматики и телемеханики – кодовая электронная блокировка. Авторы говорят о принципах работы, а также о возможных перспективах и векторах развития исследуемой темы*

**Ключевые слова:** *инновации, КЭБ, автоблокировка, перегонные системы, автоматика и телемеханика, ОАО «РЖД».*

Перегонные системы автоматики играют важную роль в работе ОАО "РЖД" – гиганта железнодорожной отрасли. Эти системы представляют собой комплексную сеть современных автоматических устройств и программного обеспечения, предназначенных для эффективного контроля и управления движением поездов на перегонных участках.

Основным преимуществом перегонных систем автоматики является возможность максимально оптимизировать процесс перегонки – движения поездов между станциями. Системы предоставляют операторам железнодорожных диспетчерских центров точную информацию о местонахождении и текущем состоянии поездов на каждом перегоне. Благодаря этому, перегонные системы автоматики позволяют избежать непредвиденных задержек, минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций и обеспечивать безопасность движения поездов [1].

Перегонные системы ОАО "РЖД" включают в себя широкий спектр технических решений, таких как современные системы автоматического блокирования и контроля движения, телемеханику, системы контроля за состоянием путей и основных конструкций, а также средства диспетчерского управления и информационные системы. Все эти компоненты взаимодействуют между собой, обеспечивая эффективность и надежность работы железнодорожных перегонных участков [2].

Основная цель перегонных систем автоматики ОАО "РЖД" – увеличить пропускную способность железнодорожной инфраструктуры и обеспечить плавное движение поездов. Благодаря автоматизации многих процессов, системы позволяют сократить временные затраты на перегонку и обеспечивают быструю передачу информации между диспетчерами и машинистами. Это позволяет оптимизировать расписание движения

поездов, сократить задержки и снизить вероятность конфликтных ситуаций на перегонных участках.

ОАО "РЖД" активно развивает и модернизирует перегонные системы автоматики, внедряя передовые технологии и инновационные решения. Постоянные усовершенствования позволяют снизить объем ручной работы, сократить количество ошибок и повысить надежность системы в целом. Благодаря этому, ОАО "РЖД" продолжает быть лидером в области развития и применения перегонных систем автоматики, внося вклад в современное развитие железнодорожной отрасли и обеспечивая безопасность и комфорт пассажиров и грузовладельцев [3].

Одним из инновационных векторов развития является внедрение кодовой автоматической блокировки на электронной базе. Эта система представляет собой комплексное программно-аппаратное решение, разработанное с учетом требований современных железнодорожных стандартов и норм безопасности.

Основной целью внедрения кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе является обеспечение безопасности движения поездов и предотвращение возможности столкновения и аварий на железнодорожных участках. Данная система синхронизирует работу поездов на заданном участке, предоставляя точную и надежную информацию об их положении и скорости движения [4].

Принцип работы кодовой автоматической блокировки основан на использовании электронной элементной базы, которая содержит информацию о конкретном железнодорожном участке, расположении станций и дополнительных элементов сигнализации. Каждый поезд оснащен специальными транспондерами, которые передают информацию о его положении и скорости на базовую станцию системы. Благодаря этим данным, система автоматически определяет разрешительные скорости для движения поездов в зависимости от условий пути и действует в режиме реального времени, обеспечивая безопасность и эффективность движения.

Преимущества кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе включают в себя:

- повышение безопасности. Система обеспечивает надежную защиту от возможности столкновения поездов благодаря точному контролю и координации их движения;
- экономия времени и ресурсов. Автоматическое управление движением поездов позволяет оптимизировать использование железнодорожной инфраструктуры и повысить пропускную способность;
- улучшение пассажирских услуг. Благодаря точному расписанию движения поездов и предотвращению возможных задержек или аварий, система способствует стабильному и комфортному перевозке пассажиров;

Главной преимущественной особенностью данной системы является ее высокая надежность и стабильность работы. Она полностью отвечает требованиям железнодорожных инфраструктур и обеспечивает безопасность как пассажиров, так и перевозимого груза.

Основными элементами КЭБ являются генератор кодов ГК-КЭБ и приемник-дешифратор ПД-КЭБ.

Генератор кодов вырабатывает кодовые сигналы АЛС и заменяет одновременно весь тракт передачи: КПТШ, ТШ-65, БКТ, последних в количестве две штуки.

Приемник-дешифратор обеспечивает прием и дешифрацию сигналов рельсовых цепей и заменяет одновременно весь тракт приема: импульсное реле ИМВШ и дешифраторные блоки БИ-ДА, БС-ДА, БК-ДА.

Принцип работы КЭБ основан на использовании кодовых комбинаций для передачи информации о состоянии пути и движении поезда. Электронные блоки управления принимают сигналы, поступающие от датчиков и сигнально-блокировочных устройств, и

анализируют их, определяя текущее состояние пути и необходимые действия по управлению движением поезда.

В случае возникновения ситуации, требующей принятия решения о блокировке движения поезда, электронные блоки управления формируют кодовые комбинации и передают их по телекоммуникационной системе или линиям связи диспетчерским пунктам. Диспетчерская информационная система, в свою очередь, обрабатывает полученные данные, принимает решение о необходимости блокировки и передает соответствующие команды сигнально-блокировочным устройствам.

Сигнально-блокировочные устройства в свою очередь осуществляют блокировку движения поезда путем включения сигналов «Стоп» на светофорных мачтах и устройствах автоматической остановки. После устранения причины блокировки, электронные блоки управления формируют соответствующие команды снятия блокировки, которые передаются сигнально-блокировочным устройствам. Однако несмотря на достигнутый прогресс, применение кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе все еще имеет большой потенциал для дальнейшего развития. Вполне очевидно, что преимущества использования КЭБ в работе железнодорожных магистралей являются неоспоримыми, и поэтому следует стремиться к максимальной оптимизации системы.

Одним из ключевых направлений развития кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе является усовершенствование алгоритмов управления. Необходимо продолжать исследования и разработки для создания надежной системы, способной эффективно распознавать и обрабатывать информацию о движении поездов. Применение современных технологий и методов в области искусственного интеллекта поможет повысить точность прогнозирования возможных аварийных ситуаций и улучшить адаптивность системы к изменяющимся условиям.

Другим важным аспектом развития КЭБ является улучшение системы обмена данными между блокпостами и поездами. Использование новейших технологий связи и передачи информации позволит значительно ускорить и облегчить передачу данных, обеспечивая более оперативное реагирование на изменения в планировании движения поездов и улучшение контроля за их положением [4].

Большое значение в развитии КЭБ также имеет обеспечение надежности системы и ее устойчивости к техническим сбоям и внешним воздействиям. Разработка и внедрение специальных мер по защите от компьютерных атак и восстановления после сбоев является одним из приоритетов дальнейшего развития системы, чтобы обеспечить непрерывную и безопасную работу железнодорожного транспорта.

Таким образом, перспективы развития кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе в ОАО "РЖД" предлагают широкий спектр возможностей для совершенствования системы. Постоянные исследования, разработки и внедрение новых технологий позволят значительно улучшить безопасность, надежность и эффективность работы железнодорожного транспорта, что обеспечит удовлетворение потребностей пассажиров и грузоперевозчиков и способствует развитию железнодорожной инфраструктуры в стране.

#### Список используемых источников

1. Лазарчук В.С., Заколядажный В.Н. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики: метод. Указания. Омск: ОмГАПС, 1995. 37 с.
2. Казаков А.А. Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы. М.: Транспорт, 1975. 360 с.
3. Дмитриев В.С., Минин В.А. Новые системы автоблокировки. М.: Транспорт, 1981. 245 с.
4. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматики и телемеханики: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1990. 431 с.

## THE PRINCIPLE OF OPERATION AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC CODE LOCK ON AN ELECTRONIC ELEMENT BASE (CAB) IN JSC «Russian Railways»

*The article discusses an innovative development in the field of railway automation and telemechanics – code electronic locking. The authors talk about the principles of work, as well as about possible prospects and vectors of development of the topic under study*

**Keywords:** innovations, CAB, auto-locking, distillation systems, automation and telemechanics, JSC "Russian Railways"

УДК 629.4.027.5

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ПУТЕМ ПОКРЫТИЯ МАТЕРИАЛОМ PRE-PREG

Иванова А.П.<sup>1</sup>, Чуваев Н.А.<sup>1</sup>, Пискарёва Т.И.<sup>2</sup>

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»<sup>2</sup>, Оренбург, Россия

*Статья посвящена рассмотрению теоретического обоснования методики и технологии по укреплению колесных пар путём покрытия их материалом Pre-preg (стекловолокно). Предлагаемая методика заявляется впервые, случаи применения этого материала для укрепления колесных пар пока в технике неизвестны. Предлагаемая технология позволит повысить износостойкость и прочность колёсных пар.*

**Ключевые слова:** Pre-preg, колёсная пара, износ.

Современной проблемой эксплуатации колесных пар является возникновение износа и усталостных напряжений под воздействием нагрузок при большом пробеге. Укрепление колесных пар поезда играет важную роль в обеспечении безопасности и эффективной работы железнодорожного транспорта. В последние годы научные исследования активно занимаются поиском новых методов и материалов для улучшения характеристик колесных пар. Одним из перспективных направлений является покрытие колесных пар материалом pre-preg - материалом, объединяющим в себе свойства композитных материалов и преимущества, усиленного стекловолокном. Рассмотрим этот метод укрепления и его потенциал в современной железнодорожной отрасли [1].

Основная идея, лежащая в основе материала pre-preg, заключается в использовании анизотропных механических свойств вдоль волокон, в то время как полимерная матрица обеспечивает наполняющие свойства, удерживая волокна в единой системе (рисунок1).



Рисунок 1 – Структура формирования материала

Этот метод может быть использован в авиационной промышленности. В принципе, pre-preg потенциально может перерабатываться партиями. Несмотря на то, что стекловолокно широко применяется в самолетах, особенно в двигателях малых самолетов, углеродное волокно используется в этом типе промышленности все чаще, и спрос на него растет. Например, характеристика Airbus A380 определяется с помощью массовой доли. Эта массовая доля составляет около 20%, а в Airbus A350XWB массовая доля pre-preg из углеродного волокна составляет около 50%. Pre-preg из углеродного волокна используются в аэродинамических поверхностях самолетов Airbus уже более 20 лет [2]. Существует множество типов волокон, которые могут быть отличными кандидатами для приготовления предварительно пропитанных волокон. Наиболее распространенными волокнами среди этих кандидатов являются следующие волокна:

- Стекловолокно,
- Стеклоткань,
- Базальтовые волокна,
- Углеродные волокна,
- Арамидные волокна.

При рассмотрении темы износа колёсных пар мы обратились к данным по обеспечению безопасности движения и выяснили что:

При качении по рельсам происходит естественное изнашивание колёс, в результате чего уменьшается толщина их ободов и гребней. Износ обода по кругу катания по сравнению со стандартным профилем является прокатом.

Для обеспечения безопасности движения подвижного состава недопустимым считается прокат колёс

- более 7 мм у пассажирских вагонов и у локомотивов, курсирующих со скоростями до 120 км/час,

- 5 мм при более высоких скоростях, но не выше 160 км/час.

- Для пассажирских вагонов местного и пригородного сообщения предельная норма проката 8 мм.

- Для грузовых (включая рефрижераторные), обращающихся в поездах со скоростями не более 120 км/час, предельный прокат установлен 9 мм.

По мере нарастания глубины проката, увеличивается относительная высота гребня, которые могут повредить элементы рельсовых креплений.

Допустимые значения толщины обода установлены из условий предотвращения его излома от динамических воздействий при движении поезда. Пассажирские вагоны, находящиеся в поездах со скоростями не более 120 км/час и включаемые в поезда местного и пригородного сообщения, могут эксплуатироваться с толщиной обода не менее 30 мм.

- Более жёсткие нормы установлены для пассажирских вагонов, курсирующих со скоростями до 140 км/час и выше 140 до 160 км/час – 35 и 40 мм соответственно.

- Для грузовых вагонов минимальная толщина обода допускается 22 мм.

Естественный износ гребня приводит к уменьшению его толщины и образуется на гребне со стороны поверхности катания так называемый вертикальный подрез или остроконечный накат. При наличии таких дефектов и тонких гребнях колёс в процессе прохождения колёсной пары по стрелочному переводу может произойти отжатие остряка от рамного рельса.

Поэтому не допускается:

при скоростях движения свыше 120 км/час до 140 км/час — толщина гребня более 33 мм или менее 28 мм у локомотивов при измерении на расстоянии 20 мм от вершины гребня при высоте гребня 30 мм, у подвижного состава с высотой гребня 28 мм при измерении на расстоянии 18 мм от вершины гребня;

–при скоростях движения до 120 км/час – толщина гребня более 33 мм или менее 25 мм у локомотивов при измерении на расстоянии 20 мм от вершины гребня при высоте гребня 30 мм, а у подвижного состава с высотой гребня 28 мм при измерении на расстоянии 18 мм от вершины гребня;

– вертикальный подрез гребня высотой более 18 мм, измеряемый специальным шаблоном;

– локомотивы или вагоны, имеющие остроконечный накат на гребне хотя бы одного колеса.

Из-за неисправности тормозного оборудования или неправильного управления тормозами на поверхности катания колёс могут образоваться ползуны, навары и кольцевые выработки.

Поэтому следует обратить внимание на преимущества применения pre-preg для укрепления колесных пар:

- Повышение прочности и износостойкости колесных пар,
- Улучшение теплопроводности и избыточное теплоотведение,
- Снижение шума и вибрации,
- Увеличение срока службы колесных пар.

В будущем при применении pre-preg для модернизации колёсных пар, понадобится методика применения данного материала для их покрытия, в качестве примера можем предложить следующее:

- Подготовительные работы,
- Нанесение pre-preg на колесную пару,
- Методы закрепления и сушки покрытия,
- Контроль качества и испытания.

По нашему мнению, результатом исследований применения pre-preg на железной дороге будет следующим:

- Опытные испытания на железнодорожных трассах,
- Измерение износа и шероховатости покрытия,
- Влияние применения pre-preg на эксплуатационные параметры колесных пар.

В настоящее время, технологию по изготовлению материалов с использованием технологий pre-preg широко используются на западе и в азиатских странах для авиастроения. В России на данный момент только компания ЗАО «Препрег-СКМ», входящая в холдинг «Композит», производит углеродный pre-preg.

Продолжением теоретических изысканий является проведение экспериментальных исследований, для которых необходимо разработать дорожную карту, включающую последовательность мероприятий, их финансовую составляющую. Применение pre-preg как метода укрепления колесных пар представляет собой перспективную технологию, способную значительно улучшить условия эксплуатации железнодорожного транспорта. Высокая прочность, стойкость к износу и теплопроводность, а также снижение шума и вибрации являются главными преимуществами этого метода. Однако, для полноценной коммерческой эксплуатации требуется дополнительное исследование и испытания. В целом, pre-preg имеет значительный потенциал в современной железнодорожной отрасли и может послужить основой для развития новых и инновационных способов укрепления колесных пар. Предлагаемая методика заявляется впервые, случаи применения этого материала для укрепления колесных пар пока в технике неизвестны [3,4].

#### Список используемых источников

1. Износы и неисправности колёсных пар [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://техучеба.рф/износы-и-неисправности-колёсных-пар/>
2. О препрегах – Prepregs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pre-preg.ru/product.html>

3. Иванова А.П. Надёжность как фактор проектируемой системы / А.П. Иванова, Л.В. Межуева, Т.И. Пискарёва, В.Ю. Полищук, А.А. Сорокин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 77-79.

4. Иванова А.П. Оценка отклонений в интервалах времени обслуживания и эксплуатации технической системы / А.П. Иванова, Т.И. Пискарёва, Л.В. Межуева. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017662438, 07.11.2017. Заявка № 2017619026 от 07.09.2017.

### **THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE METHOD AND TECHNOLOGY OF STRENGTHENING WHEELSETS BY COATING WITH PRE-PREG MATERIAL**

*The article is devoted to the consideration of the theoretical justification of the methodology and technology for strengthening wheel pairs by covering them with Pre-preg material (fiberglass). The proposed technique is being announced for the first time; cases of using this material to strengthen wheelsets are still unknown in technology. The proposed technology will improve the wear resistance and strength of wheelsets.*

**Keywords:** Pre-preg, wheelset, wear.

УДК 629.4

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХЛАДОРЕСУРСА ШУГООБРАЗНОГО ТОПЛИВА НА ТЕМПЕРАТУРУ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА ДВИГАТЕЛЯ**

*Кабанов П.А.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В данной статье приведены преимущества и недостатки различных форм хранения природного газа на борту подвижного состава. Приведена актуальность использования природного газа, как моторного топлива. Обоснована необходимость использования хладоресурса шугообразного топлива для охлаждения наддувочного воздуха. Приведены результаты вычислительного эксперимента по снижению температуры наддувочного воздуха двигателя.*

**Ключевые слова:** шугообразное топливо, наддувочный воздух, природный газ, теплообменник, тепловоз.

Использование природного газа, как моторного топлива на подвижном составе является важным направлением исследования, так как запасов газа значительно больше, чем запасов нефти [1]. При этом природный газ отличается от дизельного топлива по экономическим и экологическим показателям в лучшую сторону. Различают три вида природного газа, каждый из которых зависит от формы хранения [2]. Первый вид – компримированный (сжатый). Такой газ хранится в баллонах под высоким давлением. К преимуществам данного типа хранения можно отнести то, что газ практически не требует дополнительной обработки перед подачей в двигатель. Недостатком такой системы хранения является высокое давление в баллонах и необходимость иметь большое количество баллонов на борту подвижного состава, чтобы обеспечить необходимый запас топлива. Второй тип – сжиженный газ. Такой вид хранения позволяет хранить большее количество топлива на борту с давлением немного выше атмосферного. Недостатком сжиженного природного газа являются испарения из криогенного бака вследствие теплопритока из окружающей среды, которые могут достигать 20% в сутки. Третий вид – шугообразный (переохлажденный) газ. Такой газ представляет собой текучую смесь твердой и жидкой фазы газа. При влиянии теплопритока из окружающей среды, в первую очередь плавиться твердая часть природного газа, что позволяет сохранять топливо на борту без испарений до 50 суток [3]. В свою очередь важной составляющей шугообразного топлива является его хладоресурс, так как температура газа составляет –



180°С. Хладоресурс шугообразного топлива можно использовать для охлаждения наддувочного воздуха в двигатель, посредством включения в систему газоздушного теплообменника (рисунок 1). Также возможно добиться снижения температуры охлаждающих жидкостей (воды, масла). Цель данного исследования оценить влияние хладоресурса шугообразного топлива на температуру наддувочного воздуха.

Вычислительный эксперимент. Для оценки влияния хладоресурса шугообразного топлива на наддувочный воздух в программе SolidWorks была разработана модель теплообменника (рисунок 2). Модель теплообменника была спроектирована на основе интеркуллера тепловоза ТЭ116. Программа SolidWorks с применением модуля FlowSimulation позволяет достаточно точно рассчитывать газоздушный теплообмен, так как в основе программы лежит метод конечных элементов (объемов) [4]. При этом расчет требует весьма серьезных вычислительных мощностей. Из-за этого при проектировании пришлось отказаться от учета оребрения трубок теплообменника, что на взгляд автора приведет к 1-2% погрешности вычисления, что не является критичным, но значительно снижает затраты времени на эксперимент. Без оребрения трубок теплообменника расчет составил порядка 1,5 часов, в то время как учет оребрения увеличивал бы время расчета до 10 часов.

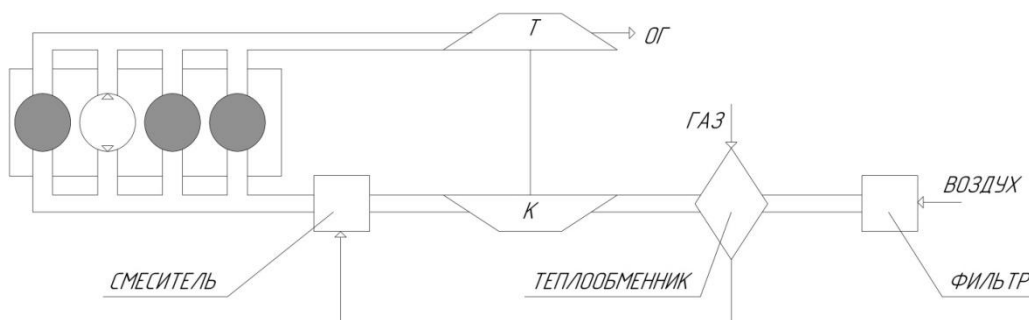


Рисунок 1 – Схема подачи воздуха в двигатель

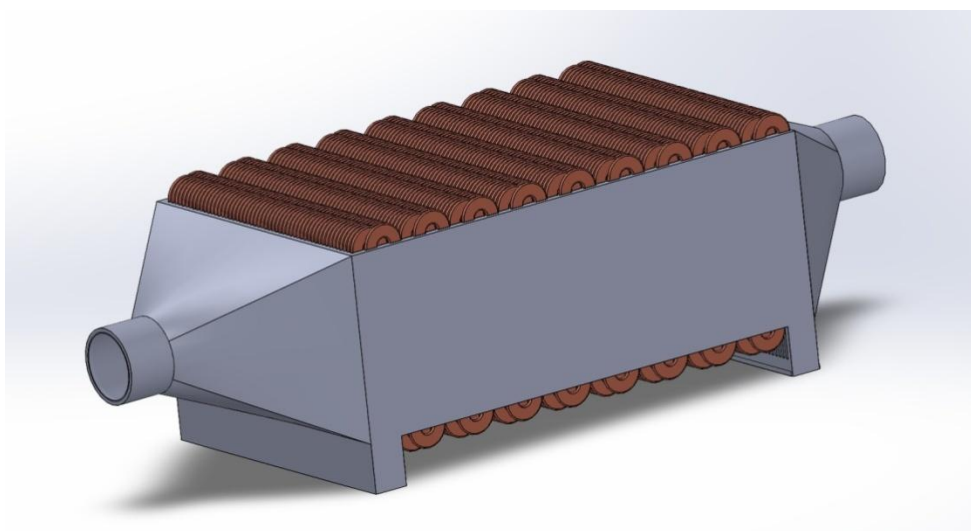


Рисунок 2 – Модель теплообменника в среде SolidWorks

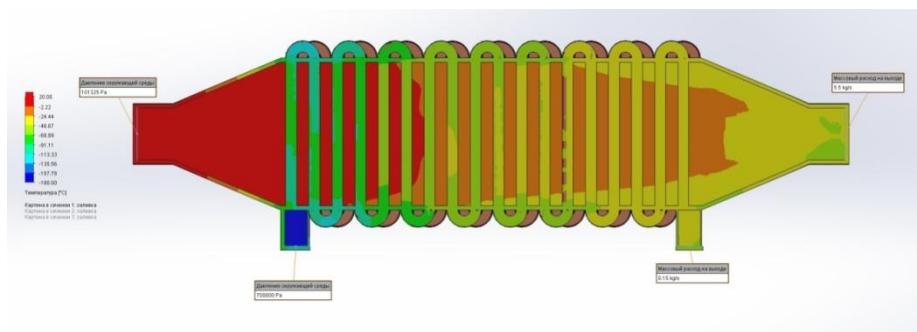


Рисунок 3 – Картина изменения температур в теплообменнике

Начальными параметрами расчета были температура воздуха и газа на входе. Температура воздуха, поступающего в теплообменник, составляла  $+20^{\circ}\text{C}$ , а газа  $-180^{\circ}\text{C}$ . По итогам эксперимента получена картина изменения температуры газа и воздуха в теплообменнике (рис. 3), также на рисунке указаны дополнительные граничные условия проведения вычислительного эксперимента. На выходе из теплообменника температура газа получилась  $-44^{\circ}\text{C}$ , а воздуха  $-52^{\circ}\text{C}$ .

Результаты. Значения температур газа и воздуха после вычислительного эксперимента позволяют сделать следующие выводы. Температура наддувочного воздуха снизилась на 72 градуса, что должно положительно повлиять на расход топлива и экологические показатели двигателя. Здесь следует отметить, что воздух с такой температурой поступает не непосредственно в цилиндры, а предварительно сжимается в компрессоре, поэтому на качество воспламенения газозооушной смеси в цилиндре такое снижение температуры не скажется. Температура газа после теплообменника повысилась, но недостаточно, чтобы обеспечить качественную работу двигателя, даже с учетом принудительного воспламенения. Для достижения оптимальных параметров газа возможно использование промежуточных газозооушного и газозооушного теплообменников. Такой подход позволит не только повысить температуру газа до требуемых показателей, но и снизить температуру охлаждающих жидкостей, что позволит в процессе эксплуатации не использовать вентиляторы охлаждающего устройства. Однако диапазон температур охлаждающих жидкостей строго ограничен, поэтому для оценки возможности применения такого подхода требуются дополнительные исследования.

### Список использованных источников

1. Носырев Д.Я. Анализ целесообразности применения шугообразного сжиженного природного газа в энергетических установках локомотивов / Д.Я. Носырев, П.А. Кабанов, В.Н. Новикова // Наука и образование транспорту. 2019. № S1. С. 21-24.
2. Diesel Locomotive Fuel Supply System under Utilization of Slush-Like (Heterogenic) Liquefied Natural Gas / V. V. Asabin, P. Kabanov, L. Kurmanova, M. P. Erzamaev // AIP Conference Proceedings : INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODERN TRENDS IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT 2021, Sevastopol. Vol. 2503. Sevastopol: American Institute of Physics Inc., 2022.
3. Свечников А.А. Особенности применения газового топлива на подвижном составе / А.А. Свечников, П.А. Кабанов // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 114-116.
4. Понамаренко Д.И. Расчет теплообменных аппаратов топливозооушющей системы двигателя, работающего на шугообразном сжиженном природном газе / Д.И. Понамаренко, П.А. Кабанов, Н.В. Назарова // Наука и образование транспорту. 2018. № 2. С. 211-214.

### RESEARCH OF THE INFLUENCE OF COOLING RESOURCE OF SLUSH-LIKE FUEL ON THE ENGINE CHARGE AIR TEMPERATURE

*This article presents the advantages and disadvantages of various forms of natural gas storage on board rolling stock. The relevance of using natural gas as a motor fuel is presented. The necessity of using the cooling resource of sludge fuel for cooling the charge air is*

*substantiated. The results of a computational experiment to reduce the temperature of the engine charge air are presented.*

**Keywords:** *sludge fuel, charge air, natural gas, heat exchanger, diesel locomotive.*

УДК 656.05

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНКИ АВАРИЙ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ АППРОКСИМАЦИИ**

*Касымжанова К.С., Шарипова А.М., Габбасов Р.А.*

*Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова,*

*Кокшетау, Республика Казахстан*

*В статье представлены основные определения при оценке безопасности перекрестков регулируемых световыми сигналами устройствами, позволяющие эффективно оценивать ситуации на наиболее аварийном участке дорожной сети, такой как перекресток и влияния его на дорожную сеть в целом.*

**Ключевые слова:** *световые сигналы, перекресток, дорожно-транспортных происшествий.*

В настоящее время в криминалистической области существует достаточно много некорректных процедур и ошибок, в которых отсутствуют аналитические подходы к решению причин аварий с использованием s-t диаграмм (дистанционно-временных диаграмм) в сочетании с программными моделирующими приложениями. При анализе несчастных случаев ключевое значение имеет правильная информация. Целью данной статьи является определение нового специфического технико-аналитического подхода к обработке экспертных заключений о дорожно-транспортных происшествиях на автомобильном транспорте на перекрестках в отношении светофоров. В качестве прогрессивного средства оценки аварийности используется приложение имитационной программы. Эта процедура должна стать стандартом в методах современного анализа дорожно-транспортных происшествий. Применение этой методики с имитационными средствами реконструкции ДТП позволяет проводить очень точный анализ дорожно-транспортных происшествий. Здесь оценивались взаимные пространственно-временные соотношения движений транспортных средств в зависимости от плана сигнала перекрестка. Для демонстрации методики здесь используется реальный случай, реконструированный с помощью комплексного аналитического имитационного программного обеспечения. Процедура, обработанная этими средствами, может быть полезна для судебно-медицинского анализа дорожно-транспортных происшествий

Важным следствием транспортной устойчивости станет повышение безопасности дорожного движения [1]. Учитывая последние достижения в области автономного вождения, одной из основных проблем является безопасная и эффективная эксплуатация сложных дорожных ситуаций, таких как дорожные перекрестки [2]. За последние несколько лет автоматизация дорожных транспортных средств приобрела все большее присутствие в повестке дня компаний и государственных органов, которые начали выдвигать автоматизированные системы вождения (АСВ) на передний план исследований [2,3]. На участках дорожной сети, где могут возникнуть дорожные конфликты, например на перекрестках, необходимо обеспечить безопасную и эффективную работу автоматизированных транспортных средств и, что более важно, чтобы обычные транспортные средства, управляемые людьми, имели по крайней мере такой же уровень безопасности, как и сейчас [2,4].

Что касается технологии и логистики, то наиболее сложным временем будет переходный период с неизбежным сосуществованием стандартных, полуавтономных и полностью автономных транспортных средств [5]. Этот период будет сложным как для автомобилестроителей, так и для дорожников и инженеров, проектирующих техническую инфраструктуру дорог. Это также будет проблемой для аналитиков дорожно-транспортных происшествий [6]. Аналитики должны будут систематически оценивать различные элементы трафика и их взаимное взаимодействие [7,8]. Опыт показывает, что наиболее сложным является регулирование транспортного потока на перекрестках. Хотя уже существуют хорошо зарекомендовавшие себя алгоритмы управления, настройка каждого перекрестка требует индивидуальной настройки, а также индивидуальной коррекции дорожно-транспортных происшествий. Точное расследование дорожно-транспортных происшествий и происшествий с близким промахом поможет не только лучше юридически оценить дело, но и улучшить контроль за пересечением перекрестков [8].

Аналитики дорожно-транспортных происшествий должны во многих случаях иметь дело с авариями на перекрестках, управляемых светофорами. Полагаясь на световые сигналы, водители редко обращают внимание на возможные риски и на поведение других людей, попавших в аварию. При более высоких скоростях движения рассматриваемые столкновения могут быть фатальными [9]. Правильная оценка такого рода несчастных случаев оказывает большое влияние на доверие людей к законным процедурам. Работа с ней требует особого технического и аналитического подхода. Помимо стандартных методов реконструкции, такие специалисты должны применять здесь знания дорожной инженерии и соответствующим образом комбинировать методы. Часто бывает так, что правильный анализ аварии выявляет дефекты управления перекрестком, и тогда эксперт может помочь повысить безопасность такого места [10].

В работе описана общая методология, пригодная для борьбы с этими видами дорожно-транспортных происшествий с использованием имитационного метода. За исключением краткого теоретического введения, методика продемонстрирована на примере реального дорожно-транспортного происшествия.

#### **Список использованных источников**

1. Libreros L., Garcia A., Contreras J. A new Microsimulator to Evaluate Road Safety at Skewed Intersections // In RSS 2007. Rome, Italy, 2007. P. 7-12.
2. Minderhoud M.M., BovyPh.L. Extended time-to-collision measures for road traffic safetyassessment // Accident Analysis & Prevention. №33(1). 2001. P. 89-97.
3. Retting R., Farmer C. Evaluation of Speed Camera Enforcement in the District of Columbia // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. №1 (1830). 2003. P. 34-37.
4. Shin K., Washington S.P., van Schalkwyk I. Evaluation of the Scottsdale Loop 101 automated speed enforcement demonstration program. // Accident Analysis & Prevention, In Press, Corrected Proof. March 9, 2009. P. 3-5.
5. Skaszek S.L. Actual Speeds on the Roads Compared to the Posted Limits, Arizona Department of Transportation. Washington, 2004. 140 p.
6. KalasovaA., KuculjakovaJ. The Futurein the Telematics Applicationsas Supportfor Increased Safety // Transp. Probl. 2012. Vol. 7. P. 103-109.
7. Nitsche P., Thomas P., Stuetz R., Welsh R. Pre-crash scenarios at road junctions: A clustering method forcar crash data // Accid. Anal.Prev. 2017. Vol. 107. P. 137-151.
8. Buch T.S., Jensen S.U. Incidents between Straight-ahead Cyclists and Right-turning Motor Vehicles atSignalised Junctions // Accid. Anal.Prev. 2017. Vol. 105. P. 44-51.
9. Batishcheva O.,Ganichev A. Measures to improve traffic safety at road junctions // Syst. Digit. Technol.Ensuring Traffic Saf. 2018. Vol. 36. P. 37-43.
10. Badiger A.,Shapur C.,Hongal R.,Betageri S., KumarN. Systematic and Automatic Road Traffic Junction //In Proceedings of the 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), Chennai, India, 3–5 March 2016. P. 3330-3335.

## DETERMINATION OF THE ASSESSMENT OF ACCIDENTS AT INTERSECTIONS FROM THE POINT OF VIEW OF FORENSIC AND TRANSPORT APPROXIMATION

*The article presents the main definitions in assessing the safety of intersections regulated by light signals devices, allowing to effectively assess the situation on the most emergency section of the road network, such as the intersection and its impact on the road network as a whole.*

**Keywords:** light signals, intersection, traffic accidents.

УДК 656.09

## СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГРУЗОВОЙ И КОММЕРЧЕСКОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

*Коломынцев В.М., Юдина Н.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Актуальность данного исследования основана на необходимости развития технологии и улучшения навыков в области ускоренных грузовых перевозок. В условиях конкуренции с автомобильным транспортом на рынке грузовых перевозок, организация мелких партий грузов и создание грузовых экспрессов становятся неотъемлемыми для обеспечения дополнительного дохода от перевозок.*

**Ключевые слова:** *перевозки, конкуренция, железнодорожный транспорт, транспортная инфраструктура*

Развитие и совершенствование грузовых перевозок основывается на применении передовых технологий. Они не только помогают снижать издержки и сохранять ресурсы, но и способствуют экологической безопасности и предоставлению клиентам высококачественного сервисного транспортного обслуживания. Данные технологии основываются на транспортной логистике и интеграции электроники и компьютеров [1].

Единая модель перевозочного процесса (ЕМПП) заменит существующую автоматизированную систему оперативного управления перевозками (АСОУП). Автоматизированная система расчета за грузовые перевозки (АСГРП) обеспечит информационное взаимодействие между всеми участниками перевозочного процесса при заключении договоров на перевозку грузов с использованием современных подходов [2].

В развитии и совершенствовании грузовой и коммерческой работы основными приоритетами являются:

- Внедрение передовых технологий для предоставления высококачественных транспортных услуг, включая доставку грузов «от двери до двери», мультимодальные и интермодальные перевозки.

- Создание новых и усовершенствование существующих логистических систем для оптимизации процессов перевозок как на внутреннем, так и на международном уровне.

- Переход к системе долгосрочных договоров и контрактов для гарантированного обеспечения перевозок, внедрение автоматизированной системы контроля их исполнения.

- Гибкая тарифная политика, улучшение системы оплаты грузовых перевозок, электронный обмен документами между железной дорогой, грузоотправителями и грузополучателями, создание централизованной базы данных.

- Формирование и обработка перевозочных документов в реальном времени и безбумажное перемещение грузов от отправителя до получателя (электронная накладная).

- Развитие комбинированных перевозок, организация быстрого и прямого движения контейнерных поездов, строительство современных терминалов для разгрузки 40-футовых контейнеров.

- Создание специализированного подвижного состава для перевозки автопоездов, автоприцепов и сменных кузовов, быстрых платформ для контейнеров в пассажирских, грузобагажных и скоростных грузовых поездах, усовершенствованных вагонов для удобства погрузки-выгрузки и надежной фиксации грузов.

- Активное сотрудничество с другими видами транспорта для создания совместных железнодорожно-морских и железнодорожно-речных компаний.

- Создание новых транспортных коридоров.

- Обеспечение сохранности перевозимых грузов с помощью новых запирающих и пломбировочных устройств, включая электронные, использование технических средств для наблюдения и контроля за грузами.

- Внедрение автоматизированной системы коммерческого осмотра поездов и вагонов.

- Использование новых высокопроизводительных механизмов при погрузочно-разгрузочных работах.

- Применение новых изотермических транспортных средств для сохранности скоропортящихся грузов, улучшение изотермического подвижного состава с помощью автоматизации работы оборудования и установки приборов контроля температурного режима.

Для успешной реализации мер, необходимых для развития железнодорожного транспорта и увеличения объемов грузовых перевозок, требуется тесное взаимодействие между всеми участниками процесса, включая подразделения железнодорожных компаний, грузоотправителей и грузополучателей. Однако, кроме этого, также требуется развитие мощной инфраструктуры и подъездных путей общего пользования. Для обеспечения более эффективных грузовых перевозок, необходимо использование передовых технологий и более производительной техники [3, 4]. Это позволит улучшить организацию перевозочного процесса и его управление. Важным шагом в этом направлении является внедрение автоматизированных систем управления железнодорожным транспортом, таких как АСУЖТ. Кроме того, важно внедрить автоматизированную систему управления и мониторинга средств связи. В будущем стоит рассмотреть возможность внедрения бездокументной технологии перевозки грузов, которая будет единая для всей системы. Это позволит упростить и ускорить процесс перевозок, сократить бумажную работу и повысить эффективность всей системы. Однако, для успешной реализации такой технологии необходимо обеспечить согласованность и совместимость всех участников системы. В целом, развитие железнодорожного транспорта требует комплексных мер, включающих в себя не только технические инновации, но и организационные изменения. Только через совместные усилия всех заинтересованных сторон можно достичь роста и совершенствования этой важной отрасли транспорта.

#### **Список использованных источников:**

1. Коновалов В.Л. Организация грузовой и коммерческой работы на станции и примыкающих к ней подъездных путях. М: МИИТ, 2009. 83 с.
2. Молчанова О.В., Плахотич И.С. Управление грузовой и коммерческой работы на железнодорожном транспорте. Екатеринбург: УрГУПС, 2019.
3. Коровяковский Е.К. Автоматизация коммерческого осмотра вагонов с использованием элементов искусственного интеллекта / Е.К. Коровяковский, Ф.А. Смирнов, И.А. Щербак и др. // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах: материалы Международной конференции (Санкт-Петербург, 6-8 октября 2021 г.): сборник трудов: в 2 частях. СПб.: ПГУПС, 2022. Ч. 1. С. 76-82.
4. Тонкова М.Л. Инновационные технологии коммерческого осмотра поездов и вагонов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16. № 1. С. 130-138.

## WAYS TO IMPROVE THE TECHNOLOGIES OF FREIGHT AND COMMERCIAL WORK AT THE RAILWAY STATION

*The relevance of this study is based on the need to develop technology and improve skills in the field of accelerated freight transportation. In the conditions of competition with road transport in the freight transportation market, the organization of small shipments and the creation of freight express trains become essential to provide additional income from transportation.*

**Keywords:** *transportation, competition, railway transport, transport infrastructure*

УДК 65

## ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Кондратьева В.С., Папулова В.К., Черепанова Л.А.*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,  
Екатеринбург, Россия*

*Транспортный комплекс является неотъемлемой частью развития и устойчивого функционирования любой страны. В данной статье рассмотрено то, из чего он состоит в современных условиях. Также представлено значение транспортного комплекса, его важность и воздействие на различные аспекты жизни и общества, таких как экономика, социальная сфера и многое другое. Основой для исследования взяты отчеты министерства транспорта. Где нами рассматривается, каким образом на данный момент транспорт влияет на важные сферы жизни.*

**Ключевые слова:** *транспортный комплекс, инфраструктура, транспорт, логистика, современные условия.*

Транспортный комплекс имеет огромное значение в современных условиях, поскольку он обеспечивает мобильность, необходимую инфраструктуру и услуги по перевозке людей и доставке грузов. Присутствие эффективного транспортного комплекса играет ключевую роль в поддержании социальной и экономической активности.

Транспортный комплекс представляет собой объекты и субъекты транспортной инфраструктуры, транспортные средства [1]. Транспортный комплекс имеет следующие функции:

1. перевозка грузов и пассажиров;
2. логистика, то есть организация и управление логистическими процессами, включая, транспортировку и доставку товаров;
3. инфраструктура.

Транспортный комплекс включает в себя различные виды транспорта, такие как автомобильный, железнодорожный, морской, речной и воздушный, а также инфраструктуру, такую как различные виды дорог, железнодорожные пути, порты, вокзалы, аэропорты и терминалы. Транспорт как отрасль производства представляет собой совокупность средств и способов сообщения, нормальная работа которых обеспечивается различными техническими устройствами и сооружениями. Уровень развития транспортной системы Российской Федерации варьируется в зависимости от региона. Обеспеченность путям сообщения как по общей длине, так и по плотности отличается в десять и более раз [2, с.85-87]. Рассмотрим особенности каждого транспорта из составляющих транспортного комплекса на рисунке 1.

Транспортный комплекс в современных условиях играет важную роль в развитие страны и имеет следующие значения:

1. Большое значение транспортный комплекс имеет в обеспечении свободы передвижения и мобильности для людей и предприятий. Благодаря ему люди могут свободно передвигаться, посещать работу, учебные заведения, медицинские учреждения и другие места. Предприятия также получают возможность доставлять свою продукцию потребителям и предоставлять своим сотрудникам доступ к рабочему месту.

2. Транспортный комплекс имеет значение для экономического развития страны. Он обеспечивает перемещение товаров, сырья и тем самым способствует осуществлению международной и национальной торговли. Так, транспортный комплекс помогает налаживать связь между производителями и потребителями, поддерживает экономическое развитие регионов и стран. Также транспортный комплекс осуществляет перевозку людей, что развивает экономику страны со стороны туристической отрасли. Транспортный комплекс помогает в развитии инфраструктуры и связанности территорий, что, в свою очередь, привлекает инвестиции и создает новые рабочие места. Нельзя забывать, что транспортная отрасль целиком является налогооблагаемой, что также является важным источником дохода страны.

3. Помимо того, что туристическая сфера с помощью транспортного комплекса приносит определенный доход, он обеспечивает социальное значение. Транспортный комплекс позволяет людям параллельно свободному перемещению улучшать образования, а также позволяет доступность здравоохранения и других социальных услуг. Мы уже упоминали это, когда говорили об особенностях транспорта, так, воздушный помогает в чрезвычайных ситуациях, а также другие виды транспорта осуществляют транспортировку и перевозку в разные точки света.

4. Нельзя отдельно не выделить глобального значения транспортного комплекса. Он обеспечивает связь между различными странами и регионами, способствует обмену информации, культур и укрепляет международные отношения и развивает мировую экономику.

5. В современных условиях транспортный комплекс стал объектом инноваций и модернизации. Внедрение новых технологий, таких как автоматизация, электромобили, беспилотные летательные аппараты и "умные" системы управления. Данное значение помогает не только развивать страны на экономическом и мировом рынке, но и повышает эффективность транспорта, снижает затраты, повышает безопасность и удобство пассажиров.



Железнодорожный транспорт	перевозка грузов и пассажиров по железнодорожным путям как внутри страны так и за ее пределами.
	безопасная и надежная транспортировка опасных и тяжелых грузов.
	сокращение времени и затрат при перевозке массовых грузов на большие расстояния, связанных с отсутствием пробок.
	способствует уменьшению загрязнения воздуха. доступность и экономическая выгода перевозок.
Автомобильный транспорт	гибкость и мобильность.
	удобство и скорость доставки грузов и пассажиров на городских и междугородних маршрутах.
	разнообразие видов автомобильного транспорта (грузовики, автомобили, автобусы, маршрутки)
Морской транспорт	международные и межконтинентальные грузовые и пассажирские перевозки.
	помощь в развитие международной торговли.
	перевозка особых грузов, таких как тяжелое промышленное оборудование, нефтегазовое оборудование и другие опасны грузы. используется для проведения научных исследований в морях и океанах.
Воздушный транспорт	самая быстрая и комфортная перевозка пассажиров на большие расстояния.
	обеспечение экспресс-доставки грузов.
	обеспечение медицинской эвакуации и срочной помощи в экстренных и спасательных ситуациях.
	проведение научных исследований в атмосфере. осуществление военных операций (перевозка военного груза)
Речной транспорт	перевозка грузов и пассажиров по внутренним водным путям к удаленным и малонаселенным районам.
	организация круизов и водных экскурсий.
Трубопроводный транспорт	экспорт и импорт такого сырья, как газ и нефть.

Рисунок 1 – Особенности видов транспортного комплекса

Отчеты министерства транспорта показывают значимость тех или иных значений транспортного комплекса. Таким образом, все выше представленные значения транспортного комплекса, можно подкрепить итоговыми отчетами о совершенных мероприятиях и показателях работы. Так, в условиях санкционного давления на Россию транспортный комплекс выступает одним из ключевых факторов сохранения экономической стабильности дальнейшего развития страны. Только за 2022 год было отремонтировано более 26 тысяч километров дорог. Силами дорожных строителей реконструировано и построено 1599 километров. Обновлено 30 тысяч погонных метров мостов и путепроводов.

Автотранспортная инфраструктура в России также находится в стадии развития и модернизации. Строятся автомагистрали и трассы, включая федеральные трассы высокого стандарта и скоростные дороги. Крупные города стремятся решить проблему автомобильных пробок и улучшить общественный транспорт. Строятся и реконструируются дороги к важнейшим туристическим объектам. Президент обозначил

транспортную инфраструктуру в качестве одного из главных драйверов развития экономики страны.

Железнодорожная сеть России является одной из крупнейших в мире, простирающейся на более чем 85 000 километров. Не прекращается модернизация железнодорожной инфраструктуры. В частности, Минтранс России совместно с ОАО «РЖД» ведутся работы по расширению провозных возможностей восточного полигона железных дорог. Российские железнодорожники своей работой вносят значительный вклад в экономику страны, обеспечивают ежедневные потребности в пассажирских перевозках.

Россия обладает большими береговыми акваториями и реками, что делает морской и речной транспорт важными составляющими транспортной системы. Развитие морского флота и портов привлекает инвестиции и способствует развитию внешней торговли. Речной транспорт используется для перевозки грузов и пассажиров внутри страны, особенно в регионах, где доступ к другим видам транспорта ограничен. Ускоренными темпами идет развитие портов и подходов к ним на Дальнем Востоке. Маршал Рокоссовский – первый в России двухтопливный паром, предназначенный для перевозки железнодорожных составов российского стандарта и автомобилей. С 2022 года количество судов на Калининградской паромной линии выросло с четырёх до восемнадцати.

Российская федерация имеет множество международных и внутренних аэропортов, связывающих различные регионы страны. Воздушный транспорт активно развивается, включая наращивание пассажиропотока, строительство новых аэропортов и модернизацию существующей инфраструктуры. Крупные авиакомпании предлагают широкий выбор внутренних и международных рейсов. Её создание и бурное развитие послужило мощным стимулом для науки и техники, промышленного производства и системы образования. Ведется строительство новых аэровокзальных комплексов, обновление и реконструкция взлетно-посадочных полос, аэродромной и вспомогательной инфраструктуры.

Для наглядного понимания работы транспортного комплекса, ниже представлены таблицы с перевозками пассажиров и пассажирооборот за 1 полугодие прошлого и нынешнего годов. Можно рассмотреть в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования (миллион человек)

	I полугодие 2022 г.	I полугодие 2023 г.	I полугодие 2023 г. в % к I полугодию 2022 г.
<b>Транспорт – всего</b>	4 613,1	4 969,8	107,7
в том числе:			
автомобильный (автобусный)	4 030,6	4 342,3	107,7
морской	1,485	1,794	120,8
внутренний водный	3,121	3,589	115,14
воздушный	40,4	47,6	117,6
железнодорожный	537,4	574,5	106,9
<i>из него в пригородном сообщении</i>	490	519,4	106
<i>в дальнем сообщении</i>	47,4	55,1	116,2

По всем видам транспорта показатели нынешнего года были в процентном соотношении больше предыдущего, что показывает важность транспортного комплекса.

Таблица 2 – Пассажиروоборот по видам транспорта общего пользования (миллиардов пассажиро-километров)

	I полугодие 2022 г.	I полугодие 2023 г.	I полугодие 2023 г. в % к I полугодию 2022 г.
<b>Транспорт – всего</b>	189,6	223,8	118,1
в том числе:			
автомобильный (автобусный)	42,3	45,4	107,1
морской	0,0095	0,0119	125
внутренний водный	0,184	0,218	118,9
воздушный	94,7	118,5	125,1
железнодорожный	52,3	59,7	114,2
<i>из него в пригородном сообщении</i>	14,7	15,9	106
<i>в дальнем сообщении</i>	37,6	43,8	116,8

В данной таблице также показано процентное соотношение было выше предыдущего года. Это означает, что объем работы транспорта по перевозке пассажиров растет и тем самым транспортный комплекс выполняет свои значения – перевозка пассажиров, экономическое и социальное значения.

Транспорт играет важную роль в грузовых перевозках, обеспечивая перемещение товаров и материалов от производителей к потребителям. Показатели перевозки грузов представлены ниже в таблицах 3-4.

Таблица 3 – Перевозки грузов по видам транспорта (миллионов тонн)

	I полугодие 2022 г.	I полугодие 2023 г.	I полугодие 2023 г. В % к I полугодю 2022 г.
<b>Транспорт – всего</b>	4 056,6	4 114,4	101,4
железнодорожный	615,6	620,7	100,8
автомобильный	2 835,7	2 909,8	102,6
морской	11,9	16,7	140,2
воздушный	0,344	0,211	61,4
трубопроводный	554,8	531,4	95,8

Таблица 4 – Грузооборот по видам транспорта (миллиардов тонно-километров)

	I полугодие 2022 г.	I полугодие 2023 г.	I полугодие 2023 г. В % к I полугодю 2022 г.
<b>Транспорт всех отраслей экономики</b>	2 824,2	2 764,0	97,9
железнодорожный	1 319,7	1 338,5	101,4
автомобильный	149,7	171,6	114,6
морской	19,9	21,7	108,8
воздушный	1,835	0,783	42,7
трубопроводный	1307,5	1211	92,6

Не по всем видам транспорта показатели нынешнего года превзошли предыдущие, однако это не отменяет того, что транспортный комплекс осуществил свое значение по перевозки и экономической отрасли [3].

На протяжении многих лет Российская Федерация последовательно, системно наращивала свои логистические возможности, делая это с расчетом на долгосрочный эффект. Транспорт страны продолжает своевременно обеспечивать экономику и производство, а также граждан всеми необходимыми товарами и услугами. Транспортный комплекс успешно отреагировал на внешние вызовы. Современная транспортная инфраструктура приходит в новые регионы. Наиболее важные для национальной экономики проекты реализуются ускоренными темпами. Любое развитие показывает, что значимость транспортного комплекса продолжает расти и быть в центре внимания страны.

#### Список использованных источников

1. КонсультантПлюс: официальный сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_66069/2daf50f586c69eac11512c1faa4309699b52ec9b/#:~:text=12\)%20транспортный%20комплекс%20%D0%20объекты%20и,угрозы%20совершения%20акта%20незаконного%20вмешательства.\(Дата%20обращения:08.10.2023\)](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66069/2daf50f586c69eac11512c1faa4309699b52ec9b/#:~:text=12)%20транспортный%20комплекс%20%D0%20объекты%20и,угрозы%20совершения%20акта%20незаконного%20вмешательства.(Дата%20обращения:08.10.2023))
2. Конова Т.А. Экономика предприятия и отрасли: курс лекций / Т.А. Конова, А.В. Суханова. Екатеринбург: УрГУПС, 2015. 157 с.
3. Министерство транспорта: официальный сайт. – URL: <https://mintrans.gov.ru/> (Дата обращения: 10.10.2023)

### THE IMPORTANCE OF THE TRANSPORT COMPLEX IN MODERN CONDITIONS

*The transport complex is an integral part of the development and sustainable functioning of any country. This article discusses what it consists of in modern conditions. The importance of the transport complex, its importance and impact on various aspects of life and society, such as the economy, social sphere and much more, are also presented. The basis for the study is the reports of the Ministry of Transport. Where we present how transport currently affects important areas of life.*

**Keywords:** *transport complex, infrastructure, transport, logistics, modern conditions.*

УДК 621.926

### ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ КОКСИРУЮЩЕГОСЯ УГЛЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ТРАНСПОРТНОЙ СФЕРЕ

Мангушев И.Д., Гусев А.Л.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ», Казань, Россия

*Коксующийся уголь можно применить в различных сферах транспортного производства, но для применения его требуется получить, что можно сделать различными, но довольно специфичными способами. В статье рассмотрен достаточно доступный вариант. Он подразумевает в себе использование аппарата вихревого слоя. Так же в данной статье рассмотрены наиболее эффективные режимы и методы перемола и достигнута эффективность в 73.5%.*

**Ключевые слова:** *Аппарат вихревого слоя, ферромагнитные элементы, коксующийся уголь, кокс, частота, сила тока, частицы.*

Кокс крупных фракций повсеместно используется в металлургии, в отличие от кокса мелкой фракции. Последний может найти применение в дорожном строительстве, в качестве составного элемента дорожного покрытия или в любой другой сфере: от корабля до авиастроения как составляющее смазочного материала. Для получения мелкой фракции кокса требуются определённые агрегаты, измельчающие крупную фракцию. Одним из вариантов являются аппараты вихревого слоя, но они обладают малым КПД и

опасны из-за необходимости использования высокой силы тока, а их отдельное производство требует вложений. Поэтому нами рассмотрен вариант обработки кокса в уже существующем, но модифицированном оборудовании.

Целью исследования являются: получение мелкой фракции коксующегося угля, опытное испытание аппарата вихревого слоя, изучение влияния режимов работы аппарата, изучение влияния форм и размеров ферромагнитных частиц, изучение влияния времени проведения опыта, напряжение на стартере на качество помола кокса, достижение наиболее эффективного режима работы аппарата.

Нами использованы: аппарат вихревого слоя, лабораторные весы, малое сито с отверстиями диаметра 0,8, сито с отверстиями диаметром 4,5 мм. и секундомер.

Аппарат вихревого слоя создан на базе трёхфазного асинхронного взрывозащищённого двигателя АИМУ 100S2 с номинальным количеством оборотов в 2890 единиц. К нему подключен преобразователь частоты (название), который позволяет регулировать непосредственно частоту вихревого поля, а также, подаваемые на двигатель, напряжение и силу тока. Во избежание перегрева, от двигателя отводится нагретое трансформаторное масло, которое охлаждается, проходя через блок жидкостного охлаждения (радиатор) FoxWeld INVERMIG и снова подается на двигатель. Схема изображена на Рисунке 1.

В данном исследовании проведен ряд экспериментов, изучающий влияние подконтрольных факторов на чистоту помола, таких как: сила тока, напряжение, частота, время, отношение количества ферромагнитных частиц к количеству обрабатываемого кокса, размер обрабатываемого кокса.

Обрабатываемый кокс был предварительно очищен от мельчайшей фракции, размер которой соответствовал тому, который мы стремились получить, путем просеивания его через малое сито. Затем оставшаяся часть была откалибрована через сито с диаметром отверстия равным 4,5 мм, на, фракции среднего (от 0,8 до 4,5 мм) и крупного размеров (более 4,5мм).

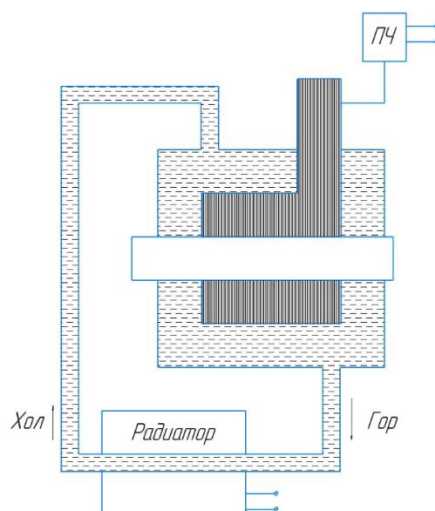


Рисунок 1 – Схема аппарата вихревого слоя

В первом эксперименте в камеру аппарата вихревого слоя загружается средняя фракция кокса с ферромагнитными частицами, которые приводятся в движение созданием вихревого магнитного поля обмоткой, частота и мощность которого регулируется через преобразователь частоты. Задаются параметры вихревого слоя: напряжение и частота. Задается время помола. В момент выхода аппарата на требуемый режим, фиксируется сила тока. По завершению эксперимента, полученный помол пропускается через малое

сито. Оставшийся в нем кокс взвешивается. Из чего определяется эффективность выбранного режима работы. Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты опытов с 200г коксующегося угля

Масса ферро-частиц, гр	Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Частота, Гц	Напряжение, В	Сила тока, А	Обозначение совокупности факторов на графике	Масса некондиционных частиц, гр
60	1	1017	33,9	74	17,92	1	122
		1204	41,16	74	16,2	2	103
		1399	46,65	75	14,76	3	104
	3	1016	33,88	74	17,57	4	95
		1205	40,17	75	16,1	5	94
		1399	46,65	74	14,77	6	87
100	1	1016	33,9	74	18,3	7	89
		1205	40,17	75	15,77	8	73
		1394	46,6	75	14,6	9	73
	3	1017	33,9	75	17,4	10	73
		1200	40	75	15,77	11	69
		1400	46,6	74	14,33	12	65

Таблица 2 – Результаты опытов с 150г коксующегося угля

Масса ферро-частиц, гр	Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Частота, Гц	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса некондиционных частиц, гр
100	3	1313	43,8	74	14,8	76



Рисунок 2 – Зависимость частоты помола от количества ферромагнитных частиц, времени и частоты (по таблице 1).

Можно заметить следующие тенденции:

-При прочих равных для эффективного помола достаточно загружать 1 часть ферромагнитных элементов на 2 части угля

-При прочих равных для большей частоты характерны лучшие результаты

По завершении первого эксперимента было принято решение о необходимости определения оптимального режима работы аппарата вихревого слоя, при котором

достижение предельной частота магнитного вихревого поля, после превышения которого магнитные элементы стают в клин, не вызовет отключения прибора, связанного с ограничением вылечены потребляемого тока, равным 18 А.

Во втором эксперименте в камеру аппарата вихревого слоя загружаются только ферромагнитные частицы. Задается напряжение. Определяется предельное значение частоты и соответствующая ей величина силы тока в пред клиновом режиме. Определяется значение частоты при достижении 18А. Полученные результаты приведены в Таблице 3.

Таблица 3 – Предельные значения величин при заданных напряжениях для 200 гр. ферромагнитных элементов

% от 380 В	20	22	24	26	28	30	32
Клин							
Частота Гц	42,89	44,35	47,8	49,5	54,08	54	56,66
Сила тока А	13,14	14,09	14,42	15,88	16	17,52	18
Напряжение В	75	83	90	98	106	113	120
Ошибка							
Частота Гц	22,45	26,9	31,79	40,97	45,94	51,77	56,66
Сила тока А	18	18	18	18	18	18	18
Напряжение В	75	83	90	98	106	113	120

Это испытание позволило повысить предельную частоту магнитного поля.

Исходя из результатов первого эксперимента, принято решение проводить последующие опыты на частотах близких к максимальным, т.к. результаты показали, что на больших оборотах результаты лучше.

В третьем эксперименте в камеру аппарата вихревого слоя последовательно загружаются ферромагнитные частицы различной формы и размеров со средней фракцией кокса, которые приводятся в движение созданием вихревого магнитного поля обмоткой, частота и мощность определена предельным режимом работы с прошлого эксперимента.

В третьем эксперименте в камеру аппарата вихревого слоя загружается средняя фракция кокса с ферромагнитными частицами различной формы и размера. Задаются параметры вихревого слоя: напряжение и частота. Задается время помола. В момент выхода аппарата на требуемый режим, фиксируется сила тока. По завершению эксперимента, полученный помол пропускается через малое сито. Оставшийся в нем кокс взвешивается. Из чего определяется эффективность выбранного режима работы.

Для эксперимента были сделаны более крупные элементы различной формы. На рисунке 2, слева направо, представлены новые ферромагнитные элементы: бумеранг, плоский длиной в 4 см, цилиндрический длиной в 4см.



Рисунок 3 – Крупные ферромагнитные элементы

Таблица 4 – Результаты опытов с 200г коксуемого угля на оптимальных режимах

ферро частицы, 100г	Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Частота, Гц	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса некондиционных частиц, гр
Цилиндры длиной 40мм	3	1380	46	90	17	65
Плоские		1380	46	90	17	53
Бумеранги		1229	44,5	90	18,04	62
Мелкие цилиндры		1500	50	90	16,38	55

По результатам эксперимента видно, что эффективнее использовать крупные элементы плоской формы. Было принято решение проверить эффективность помола при загрузке 2 частей плоских элементов и 1 части угля.

Таблица 5 – Результаты при загрузке 200г ферромагнитных элементов на 100 г коксуемого угля

Масса феррочастиц, гр	Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Частота, Гц	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса некондиционных частиц, гр
200	3	1200	40	90	17,4	30

Как видно из результатов, эффективность помола практически не меняется. При 100г феррочастиц получена эффективность в  $73.5\% = (200-53)/200$ . При 200г феррочастиц  $70\% = (100-30)/100$ .

Тем самым подтверждается одна из гипотез, полученных при первом эксперименте: при прочих равных для эффективного перемолла достаточно загружать 1 часть ферромагнитных элементов на 2 части угля.

В четвертом эксперименте в камеру аппарата вихревого слоя загружается крупная фракция кокса с ферромагнитными частицами различной формы и размера. Задаются параметры вихревого слоя: напряжение и частота. Задается время помола. В момент выхода аппарата на требуемый режим, фиксируется сила тока. По завершению эксперимента, полученный помол пропускается через малое сито. Оставшийся в нем кокс взвешивается. И отделяется оставшаяся особо крупная фракция (от 1,5 см). Суммарные результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты обработки 200 гр. крупной фракции

Масса феррочастиц, гр	Время помола, мин	Скорость вращения, об/мин	Частота, Гц	Напряжение, В	Сила тока, А	Масса некондиционных частиц, гр
Мелкие цилиндры, 100	3	1373	45,8	90	17,3	115+24 = 139
	5	1374	45,8	90	17,3	119+34 = 153
	10	1590	53	90	15,8	140
Бумеранг, 100	3	1380	46	90	17	76+23 = 99
	5	1350	45	90	17,5	128+4 = 132



	10	1590	53	90	15,8	140
Плоские, 100	3	1407	47	90	16,8	77+43 = 120
	5	1440	48	90	16,4	134
	10	1500	50	90	15,9	118
Цилиндры, 100	3	1407	47	90	16,8	107+13 = 130
	5	1500	50	90	16	107+14 = 121
	10	1500	50	90	16	110+9 = 119

По результатам видно, что плоские элементы являются наиболее эффективными.

По итогам исследования мы определили:

-Для лучшего результата перемола нужна предварительная калибровка образцов.

-Из имеющихся ферромагнитных элементов самыми эффективными оказались элементы плоской формы.

Выведено две гипотезы:

-При прочих равных для эффективного перемола достаточно загружать 1 часть ферромагнитных элементов на 2 части угля

-При прочих равных для большей частоты характерны лучшие результаты

Так же нами достигнута эффективность перемола в 73.5%  $((200-53)/200)$ , путем решения задач, возникающих на каждом этапе исследования и нахождения предельного режима работы аппарата вихревого слоя.

Аппарат, используемый нами в экспериментах, имеет ряд преимуществ перед более специализированными представителями, таких как доступность, универсальность и отсутствие необходимости создания специального производства.

#### Список использованных источников

- ГОСТ 20680-2002 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами. Общие технические условия. Минск, 2002. 18с.
- Войтович В.А. Эффективность применяемых аппаратов вихревого слоя в процессах измельчения порошковых материалов / Р.Р. Шварев, Е.А. Захарычев, Е.П. Феоктистова, Р.Я. Дебердеев, Н.С. Захарычева // Новые огнеупоры. 2017;(10):48-53. URL : <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2017-10-48-53>
- Логовиненко Д.Д., Шеляков О.П. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем. Киев: «Техніка», 1976, 144 с.
- Куимов Д.Н. Электромеханический преобразователь с дискретной вторичной частью в системах переработки нефти: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск: 2018. 131с.
- Титов Д.П. Работа ротора в аппарате вихревого слоя // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2020. № 3. С. 114-120.

### OBTAINING A FINE FRACTION OF COKING COAL FOR ITS SUBSEQUENT USE IN THE TRANSPORT SECTOR

*Coking coal can be used in various fields of transport production, but for its application it is required to obtain, which can be done in various, but rather specific ways. The article considers a fairly affordable option. It implies the use of a vortex layer apparatus. Also in this article, the most effective modes and methods of grinding are considered and an efficiency of 73.5% is achieved.*

**Keywords:** *Vortex layer apparatus, ferromagnetic elements, coking coal, coke, frequency, current strength, particles*

УДК 621.436

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА НА АВТОНОМНЫХ ЛОКОМОТИВАХ

*Миронов Е.С., Карпенко М.Ю., Курманова Л.С.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье приведен обзор локомотивов, работающих на газодизельном, либо полностью газовом цикле. Приведены достоинства применения данных локомотивов, произведен их сравнительный анализ. Предложен разработанный метод уменьшения вредных выбросов отработавших газов автономных локомотивов.*

**Ключевые слова:** *газодизель, тепловоз, природный газ, дизель, аммиак, экология, вредные выбросы, расход топлива.*

Дефицит дизельного топлива в транспортной отрасли и вредность для окружающей среды его отработавших газов заставили задуматься человечество о необходимости поиска альтернативы. Были предприняты попытки как полной его замены, так и частичной. В первом случае должны были проводиться фундаментальные исследования в области изменений в конструкции как двигателя, так и компоновки локомотива. Во втором- производились множественные доработки и изменения.

Первую попытку применения газового топлива на локомотивах предприняла компания Plymouth Locomotive Works. Ее опытный образец газопоршневого локомотива был представлен в 1937 году. На нем был использован двигатель Chrysler, потреблявший бутан.

Первым отечественным газовым локомотивом стал Г1-01, произведенный в 1959 году Коломенским паровозостроительным заводом им. В.В. Куйбышева. На нем была использована одновальная турбина, мощностью 3500 л.с. Ее важной особенностью стала возможность использования для работы низкосортного топлива, которое стало большой проблемой первых зарубежных двигательных установок такого типа.

Переходя к более современным отечественным попыткам замещения дизельного топлива, можно отметить, что в 1987 и 1988 годах луганским тепловозостроительным заводом были построены тепловозы 2ТЭ10Г и 2ТЭ116Г соответственно. В первом случае был применен доработанный двухтактный дизельный двигатель 10Д100, во втором- Д49. Между тяговыми секциями каждого из тепловозов устанавливалась бустерная секция с запасом сжиженного природного газа (17 тонн). Так как газ, в отличие от дизельного топлива, не воспламеняется под давлением, было принято решение о его подаче в цилиндры двигателя виде газо-дизельно-воздушной смеси. К сожалению, оба опытных образца не прошли испытания, а затем произошел развал Советского Союза, из-за чего проекты были заморожены.

В современной России существует более удачный опыт использования сжиженного природного газа в локомотивостроении. В 2008 году был произведен первый магистральный газотурбовоз ГТ1, при разработке которого удалось уйти от использования запальной части дизельного топлива. В качестве тягового агрегата уже использовался не доработанный дизельный двигатель, а специально разработанная газотурбинная установка. Однако, окончательно уйти от использования дизельного топлива (оно использовалось для работы вспомогательных машин) получилось только к 2011 году после множества успешных испытаний, когда была произведена модернизация локомотива. Улучшенная машина получила обозначение ГТ1h-001. В 2013 году газотурбовоз был произведен на базе другой экипажной части. Вместо ходовой части электровоза ВЛ15 стала использоваться база от тепловоза ТЭМ7А. Кроме этого, новый

локомотив ГТ1h-002 получил модернизированное оборудование и увеличенный объем запаса сжиженного природного газа- 20 тонн.

Кроме перевода магистральных локомотивов на более дешевое и «чистое» топливо, крупные городские агломерации ставят перед машиностроительной промышленностью еще одну важнейшую задачу- перевод маневровых тепловозов, зачастую работающих в непосредственной близости к жилой застройке, на газодизельный (полностью газовый) цикл работы. Первым подобным опытом стала конвертация дизельного маневрового тепловоза ТЭМ2 в 1989 году. В качестве топлива был использован сжиженный природный газ. В период последующих нескольких лет тепловоз проходил различные испытания и доводочные работы, результатом которых стало одобрение использования газодизеля ГДГ50 на опытной партии новых тепловозов ТЭМ18Г. В период с 1997 по 1998 года было построено 2 локомотива, работавших на компримированном природном газе. В основу работу их газодизелей была положена подача запальной порции дизельного топлива (около 15%) в цилиндры. В 2004 году на газодизельный цикл работы был переведен тепловоз ЧМЭЗГ. Его преимуществами над предшественниками стали: большее замещение дизельного топлива газом (60% против 50%) и увеличенный запас сжиженного природного газа. В 2013 году был изготовлен первый в мире газопоршневой маневровый локомотив ТЭМ19, главной особенностью которого стал полный отказ от использования дизельного топлива, так как работа двигателя стала происходить не от сжатия, а от искры.



Рисунок 1 – Отечественный опыт производства газовых (газодизельных) локомотивов

Сравнительный анализ основных технических характеристик газодизельных локомотивов представлен в таблице 1. Хотелось бы отметить, что кроме очевидного преимущества в уменьшении вредных выбросов, такие тепловозы имеют следующий ряд достоинств: увеличение срока службы (по сравнению с дизельными локомотивами), снижение стоимости жизненного цикла, увеличение межремонтных пробегов (наработки в часах для маневровых локомотивов) [2,3].

Недостатками применения природного газа в тепловозостроении являются: повышенная взрывоопасность, усложнение конструкции локомотива, снижение КПД силовой установки на малых нагрузках.

Еще одним шагом к повышению экологичности эксплуатации тепловозов в ближайшем будущем может стать применение безуглеродного топлива – аммиака. При эксплуатации маневровых тепловозов исходя из условия обеспечения минимальных

выбросов оксидов азота целесообразно заместить 50...60 % дизельного топлива аммиаком [4]. Аммиак по сравнению с дизельным топливом имеет меньшую теплотворную способность, а именно 18,6 МДж/кг вместо 43,6 МДж/кг и несколько меньшую плотность 0,77 кг/м<sup>3</sup> вместо 0,833 кг/м<sup>3</sup>. Следовательно, при замещении необходимо подавать аммиака больше, чем дизельного топлива. Из предварительных оценок следует, что на номинальном режиме работы тепловоза при замещении 50 % дизельного топлива расход аммиака должен быть 215 кг/ч вместо 92,6 кг/ч дизельного топлива [5].

Воспламенять аммиак в цилиндрах дизельного двигателя целесообразно от запальной дозы нефтяного дизельного топлива, т.е. в газодизельном цикле, так как имеет высокую температуру самовоспламенения.

Таблица 1 – Сравнительный анализ основных технических характеристик газодизельных локомотивов

Наименование тепловоза	Силовая установка	Мощность, кВт (л/с)	КПД силовой установки, %	Процент замещения дизельного топлива	Запас газового топлива, т
Г1-01	ГТД ГТ-3,5	2574 (3500)	21	-	-
2ТЭ10Г	10ГД100Б	2206 (3000)	29	До 40% (проект)	17
2ТЭ116Г	Д49	2250 (3060)	29	До 50% (проект)	17
ГТ1	НК-361	8300 (11285)	30	90	17
ГТ1h-001	НК-361	8300 (11285)	30	100	17
ГТ1h-002	НК-361	8500 (11560)	30	100	20
ТЭМ2	Д-50	880(1197)	30	40	0,5
ТЭМ18Г	1-ПДГ4Д	993(1350)	30	50	0,6
ЧМЭЗГ	К6S310DR	993(1350)	30	60	0,8
ТЭМ19	8ГЧН21/26	880(1197)	30	100	5

В ближайшем будущем рассматривается возможность применения технологии не только при проведении реостатных испытаний, но и при полноценной работе локомотивов (как поездной, так и маневровой).

#### Список использованных источников

1. Газпром. Информационно-справочный материал о существующих технических решениях применения СПГ для железнодорожного транспорта, 2019. 44 стр.
2. Курманова Л.С. Способы организации рабочего цикла в тепловых двигателях для работы на смеси дизельного топлива и природного газа // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 6(72). С. 108-114.
3. Петухов С.А. Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов / С.А. Петухов, Л.С. Курманова, А.С. Мазанов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: ОмГУПС, 2019. С. 338-345.
4. Фролов С.Г., Росляков А.Д. Уменьшение вредных выбросов транспортных дизелей путем нейтрализации оксидов азота // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. №3 (19). 2009. С. 138-142.
5. Физическо-химические процессы при подачи аммиака в дизельный двигатель / М.Ю. Карпенко, Л.С. Курманова, С.А. Петухов, А.Д. Росляков // Современная техника и технологии в электроэнергетике и на транспорте: задачи, проблемы, решения: сборник трудов VII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов, Челябинск, 24 января 2023 года / Науч. Ред. А.Н. Ткачёв. Челябинск: Южно-Уральский технологический университет, 2023. С. 62-71.

#### ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE USE OF ALTERNATIVE FUELS ON AUTONOMOUS LOCOMOTIVES

*The article provides an overview of locomotives operating on a gas-diesel or fully gas cycle. The advantages of using these locomotives are given, their comparative analysis is carried out. The developed method of reducing harmful exhaust gas emissions of autonomous locomotives is proposed.*

**Keywords:** *gas diesel, diesel locomotive, natural gas, diesel, ammonia, ecology, harmful emissions, fuel consumption*

УДК 629.4.027.2

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ШКВОРНЕВОМ УЗЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЦИСТЕРНЫ НА ВЕЛИЧИНУ БОКОВЫХ СИЛ

Мусаев Ж.С.<sup>1</sup>, Әмірзақ Б.Е.<sup>1</sup>, Айтуганова Ж.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Алматинский государственный колледж транспорта и коммуникации, Алматы, Казахстан

*В статье выполнено аналитическое исследование зависимости величины боковых сил от коэффициента трения в шкворневом узле железнодорожной цистерны. По результатам расчетов построены графики зависимостей основных линейных и угловых перемещений элементов вагона в зависимости от времени. Анализ результатов проведенных расчетов показывает, что снижение коэффициента трения в шкворневом узле до 0,1 приводит к уменьшению боковых сил и не влечет изменения длины волны влияния тележки.*

**Ключевые слова:** *железнодорожная цистерна, колебания, боковая сила, коэффициент трения.*

Железные дороги нашей страны перевозят большое количество жидких грузов - нефть, нефтепродукты, щелочи, кислоты и др. Несмотря на значительное увеличение транспортировки нефти по трубопроводам, основная ее часть будет все же перевозиться по железным дорогам. Большую часть продукции химических предприятий тоже составляют грузы, перевозимые в цистернах.

Повышенные требования безопасности требуют решения вопросов, связанных с определением сил и напряжений, возникающих в узлах и деталях железнодорожного подвижного состава.

В результате решения дифференциальных уравнений максимальных боковых усилий, действующих на первую по ходу двухосную тележку при различных скоростях движения для различных значений коэффициента трения в шкворневом узле восьмиосного грузового полувагона получены данные [1], которые показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Значение боковых сил в зависимости от коэффициента трения в шкворневом узле

Скорость	Максимальные боковые силы, кН				
Коэффициент трения	11,2	16,7	22,2	27,7	33,2
0,01	26,0	27,8	42,4	52,4	55,0
0,05	22,1	26,15	37,7	48,3	46,2
0,1	21,5	25,0	36,2	45,1	46,6
0,15	21,0	25,5	35,4	46,3	45,0
0,2	20,6	25,3	34,1	49,4	45,3
0,25	22,0	27	34,8	51	45,9

Для каждого варианта расчета построены графики зависимости боковых сил  $Q_{max}$  от коэффициента трения в шкворневом узле при скоростях движения вагона 11,2-33,3 м/с

(рисунок 1). Максимальные значения боковых сил  $Q_{max}$  выбирались на отрезках времени, соответствующих установившемуся процессу колебаний.

В данной задаче целесообразно ввести понятие «обобщенной боковой силы  $\bar{Q}_{max}$ », которая учитывает долю времени, приходящуюся на движение восьмиосного грузового полувагона с определенной скоростью.

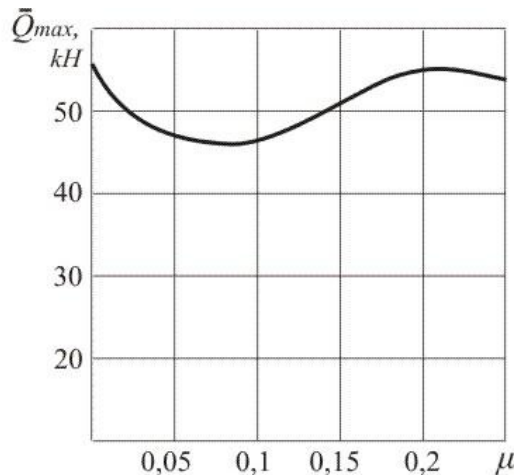
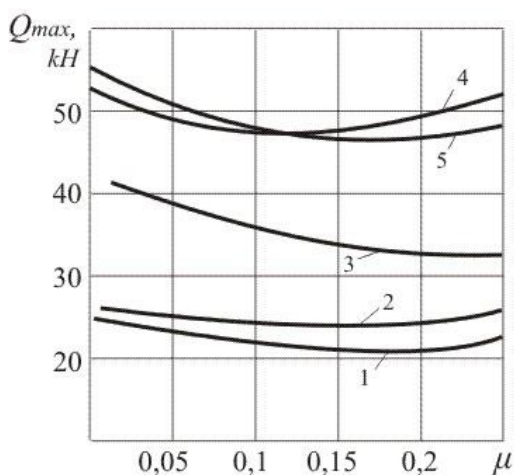


Рисунок 1 – Зависимость боковых сил  $Q_{max}$  от коэффициента трения в шкворневом узле при скорости движения:

1-11,2 м/с; 2-16,6 м/с; 3-22,2 м/с; 4-27,7 м/с; 5-33,2 м/с.

Рисунок 2 – Зависимость «обобщенных боковых сил» от величин коэффициента трения в шкворневых узлах

Эта величина может быть определена по формуле:

$$Q_{max} = \sum Q_{maxVj} \cdot P_{Vj} ; \tag{1}$$

где:  $Q_{maxVj}$  – максимальное значение боковой силы для данной скорости  $V_j$ ;

$P_{Vj}$  – доля времени, приходящаяся на эксплуатацию вагона со скоростью вагона  $V_j$ .

Величину  $P_{Vj}$  по данным эксплуатации грузовых вагонов можно определить в зависимости от скорости движения:

скорость $V, м/с$	11,2	16,7	22,5	27,7	33,2
$P_{Vj}$	0,05	0,15	0,25	0,4	0,15

Если проанализировать непосредственно данные таблицы 1 и график 1, то однозначного вывода о влиянии коэффициента трения на уровень боковых сил сделать нельзя, так как оно различно при различных скоростях движения. При анализе возникает необходимость использовать показатели, характеризующие обобщенное динамическое воздействие.

Используя данные таблицы 1 и величину  $P_{Vj}$ , рассчитываем по формуле (1) «обобщенные боковые силы  $\bar{Q}_{max}$ », для рассматриваемых вариантов расчета. На основе данных такого расчета построен график зависимостей обобщенных боковых сил от коэффициентов трения в шкворневом узле (рисунок 3.2).

Из графика (рисунок 2) видно, что при варьировании величиной коэффициента трения в шкворневом узле минимальное значение боковых сил  $Q_{max}$  получается при  $\mu_{mp}=0,1$ .

Кроме того, по результатам расчетов построены графики зависимостей основных линейных и угловых перемещений элементов вагона в зависимости от времени. При этом высокие частоты более 5 Гц «срезались» шагом выборки.

При анализе графиков колебаний виляние первой по ходу движения двухосной тележки (рисунок 3) с различными скоростями движения и величинами  $\mu_{mp}$  в шкворневом узле, видно, что длина волны и амплитуда колебаний  $\psi_H$  при скорости движения  $V=11,2$  м/с с течением времени практически не изменились. При скорости движения  $V=16,7$  м/с амплитуда колебаний практически одинакова, а длина волны уменьшается незначительно.

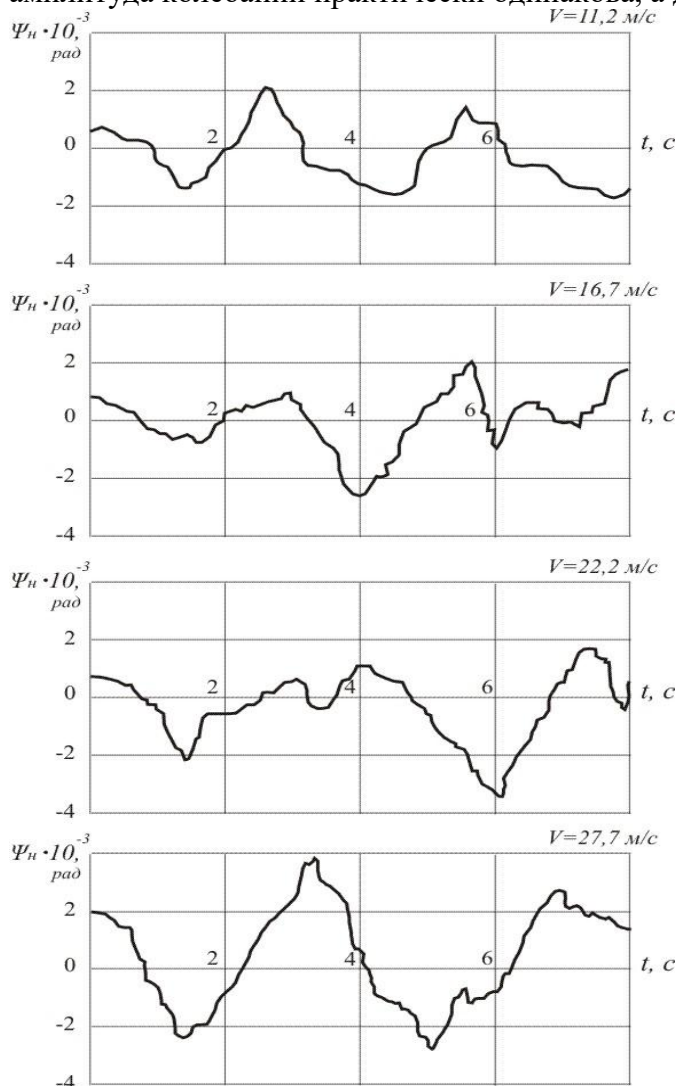


Рисунок 3 – Реализация колебаний виляния первой тележки при различных скоростях движения и  $\mu_{mp}$  в шкворневом узле

Уменьшение  $\mu_{mp}$  в шкворневом узле до 0,01 влечет за собой уменьшение длины волны виляния тележки при скорости движения выше 22,2 м/с. Амплитуда колебаний уменьшается незначительно.

В результате расчетов на ЭВМ получены диаграммы вертикальных и горизонтальных реакций рессорного комплекта, вертикальных деформаций рессорных комплектов, вертикальных и суммарных горизонтальных реакций между колесом и рельсом первой по ходу движения двухосной тележки (рисунки 4 и 5).

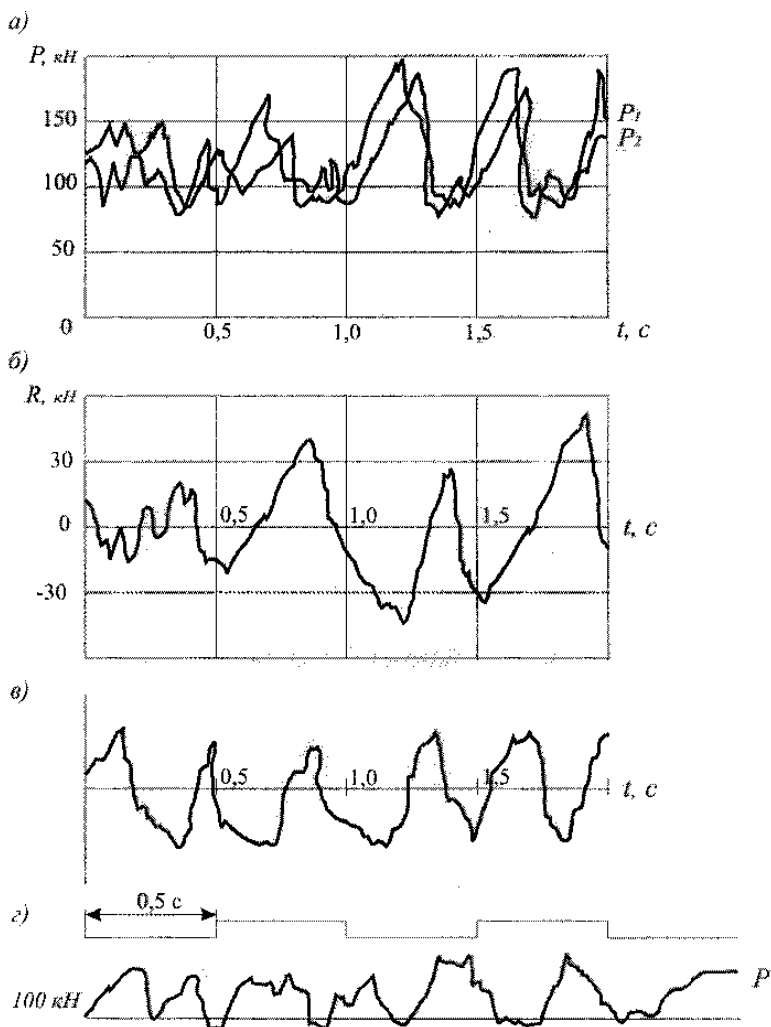


Рисунок 4 – Вертикальные и горизонтальные реакции рессорного комплекта, вертикальные деформации рессорного комплекта при скорости движения 27,7м/с

На рисунке 4а, б и в показан фрагмент расчета вертикальных и горизонтальных усилий и вертикальных деформаций рессорного комплекта. На рисунке 4г приведена осциллограмма записи вертикальных сил при проведении эксперимента с восьмиосного грузового полувагона на прямом участке пути Узун-Агач-Отар. Как видно из приведенных результатов, качественный характер изменения вертикальных сил при расчете и эксперименте достаточно хорошо согласуется. Из рисунка 4в также видно, что при скорости движения 27,7 м/с имеет место явление анкилозиса при деформациях рессорного комплекта, что объясняется наличием демпферов сухого трения в тележках ЦНИИ-ХЗ.

Как было показано в трудах профессора Вершинского С.В. [2], для восьмиосных вагонов уровень демпфирования в тележках ЦНИИ-ХЗ является несколько завышенным. Это обстоятельство отражается на приведенных графиках (рисунок 4 а,в,г).

На рисунке 3 приведены реакции «виляния» первой по ходу движения тележки в зависимости от коэффициента трения в шкворневом узле при скорости движения 11,2-27,7 м/с. На этих графиках сплошной линией показаны процессы колебаний вагона при коэффициенте трения в шкворневом узле  $\mu_{тр}=0,25$ . Штриховой линией изображены те же колебательные процессы, но с коэффициентом трения  $\mu_{тр}=0,1$ , и пунктирной – с  $\mu_{тр} = 0,01$ .



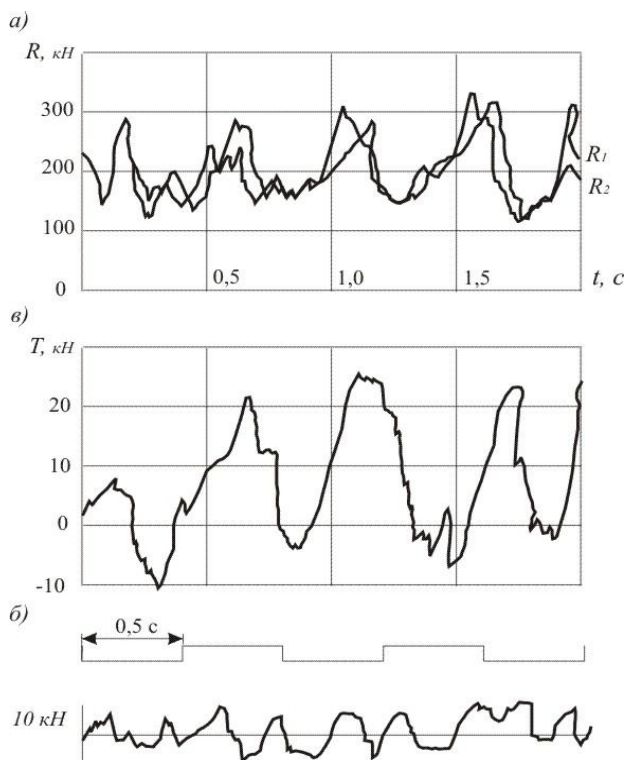


Рисунок 5 – Вертикальные и суммарные горизонтальные реакции рельсов под колесными парами при скорости движения 27,7 м/с

#### Выводы.

Результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными (рисунок 3, 4), что позволяет судить о пригодности используемой методики при оценке усилий, действующих на восьмиосные вагоны. Анализ результатов проведенных расчетов показывает, что снижение коэффициента трения в шкворневом узле до 0,1 приводит к уменьшению боковых сил и не влечет изменения длины волны виляния тележки.

Таким образом, для снижения величин боковых усилий, действующих на восьмиосного полувагона можно применить антифрикционные вкладыши с коэффициентом трения  $\mu_{тр} = 0,09 - 0,12$ .

#### Список использованных источников

1. Мусаев Ж.С. К вопросу составления дифференциальных уравнений колебаний цистерны, частично заполненной жидкостью // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2010. № 4(65). С. 20-24.
2. Вершинский С.В. Динамика вагона / С.В. Вершинский, В.Н. Данилов, В.Д. Хусидов. М.: Транспорт, 1991. 360 с.

#### EVALUATION OF THE EFFECT OF THE COEFFICIENT OF FRICTION IN THE PIVOT NODE OF A RAILWAY TANK ON THE MAGNITUDE OF LATERAL FORCES

*The article presents an analytical study of the dependence of the magnitude of lateral forces on the coefficient of friction in the pivot node of a railway tank. Based on the results of calculations, graphs of the dependencies of the main linear and angular movements of the elements of the car depending on time are constructed. Analysis of the results of the calculations shows that a decrease in the coefficient of friction in the pivot node to 0.1 leads to a decrease in lateral forces and does not entail a change in the wavelength of the wagging of the trolley.*

**Keywords:** railway tank, vibrations, lateral force, coefficient of friction

## ОБЗОР ТИПОВЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДВИГАТЕЛЯ CATERPILLAR C32

Мынта М.А.<sup>1</sup>, Алишаускас В.И.<sup>2</sup>, Горчаков Ю.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «РБА – ВТО», Артём, Россия

<sup>2</sup>ООО «Модерн Машинери Фар Ист», Хабаровск, Россия

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия

*В данной статье представлен материал по изучению типовых неисправностей двигателя Caterpillar C32 и предложены технические решения выявленных проблем. Основная цель изучения – повышение надежности рассматриваемого ДВС.*

**Ключевые слова:** напряжения, трещины, деформация, кавитация

Двигатель C32 компании Caterpillar – современный 4-тактный дизельный двигатель с непосредственным впрыском топлива, турбонаддувом, электронным блоком управления, топливной системой MEUI и устанавливаемый на внедорожные карьерные самосвалы модели Cat 777, бульдозеры Cat D11, а также генераторные установки производства Cat. Использование этого двигателя на сегодняшний день подтверждает актуальность исследования эксплуатации, плановых ремонтов и аварийных выходов из строя двигателей этой модели. Данная работа направлена на выявление причин поломок, типовых износов, а также создание рекомендаций производителю для увеличения надежности ДВС и снижения стоимости капитальных ремонтов.

Для исследования были выбраны 10 двигателей в модификации 1000 л.с. Все рассматриваемые двигатели установлены на самосвалы одной модели (Cat 777), которые эксплуатируются в карьере. Режимы работы этих машин идентичны, что позволяет обнаружить типовые неисправности. Согласно данным, полученным с электронных блоков управления, все машины эксплуатировались с допустимой нагрузкой, а также не испытывали перегрева агрегатов. В таблице представлена информация о режиме работы двигателя, которая была получена с блока управления двигателем. Анализируя полученную информацию, можно выделить два ключевых режима работы ДВС: работа с минимальной нагрузкой и работа в максимальном режиме, т. к. 70% времени нагрузка на двигатель составляет менее 50 %, а 24 % времени нагрузка на двигатель – более 90%, промежуточные режимы работы ДВС пренебрежительно малы. Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод о резком цикличном характере нагрузки и тяжелом режиме работы ДВС.

Таблица – 1 Режимы работы двигателя Caterpillar C32

Нагрузка(%)	об/мин								Итого		
	<1100	1100-1299	1300-1499	1500-1699	1700-1899	1900-2099	2100-2299	>2300	моточасы	%	
<50,0	14185	649,8	2498,6	3871,1	3504,7	476,25	3,3	0,1	25189,25	70,15	
50,0-59,9	63,05	55,7	137,5	229,15	145,2	19,75	0	0	650,35	1,81	
60,0-69,9	11,65	59,55	135,8	212,2	144,2	19,75	0	0	583,15	1,62	
70,0-79,9	0,2	11,45	111,35	199,5	147,75	22	0	0	492,25	1,37	
80,0-89,9	0,1	5	87,45	191,7	163,4	26,45	0	0	474,1	1,32	
>90,0	1,7	184,35	2126,3	3416,7	2666,2	122,25	0	0	8517,45	23,72	
Итого	Моточасы	14262	965,85	5097	8120,35	6771,4	686,45	3,3	0,1	35906,55	100
	%	39,72	2,69	14,20	22,62	18,86	1,91	0,01	0,00		

При разборке ДВС были выявлены следующие типовые неисправности, характерные для большинства исследуемых двигателей: трещины в головке блока цилиндров (ГБЦ),

просадка посадочного места под гильзы, кавитация гильз, искривление блока ДВС, трещины в выпускных коллекторах и горячей части турбокомпрессоров. Все эти неисправности влекут за собой увеличение стоимости ремонта и сроков ремонта. Далее будут рассмотрены все неисправности более подробно.

Двигатель С32 имеет конструкцию V12 с двумя головками блока цилиндров по одной на каждую сторону. На рисунке 1 изображена типовая трещина на ГБЦ. Такие трещины были выявлены на 90 % рассматриваемых двигателей. Характерной особенностью появления данной неисправности является место образования трещины – в перемычке между клапанами, – что указывает на слабое место в конструкции ГБЦ. Наличие таких трещин не позволяет повторно использовать такую деталь, что серьезно увеличивает стоимость ремонта.



Рисунок 1 – Типовая трещина на ГБЦ

Причин для появления таких трещин несколько. А именно: остаточные напряжения, образующиеся в процессе изготовления детали, монтажные напряжения, возникающие при сборке ДВС, рабочие напряжения, являющиеся следствием высокого давления в камере сгорания. Но, учитывая характер работы выбранных ДВС, основной причиной являются термические и термоструктурные напряжения, образующиеся в результате работы двигателя в режиме максимальной нагрузки. Это приводит к локальному перегреву центральной части огневых днищ, в отличие от периферийной части, в совокупности с постоянными перепадами температур в пределах одного рабочего цикла, что ведет к быстрому разрушению металла, а также к изменению геометрии ГБЦ [1, 2].

Существует несколько способов снижения тепловой нагрузки на ГБЦ. Первым способом является использование материалов с повышенной термостойкостью. Здесь стоит обратить внимание на поиск и применение подходящих легирующих металлов, таких как медь и никель, а также применения редкоземельных металлов (иттрий Y, церий Ce, лантан La). Применение таких добавок позволяет увеличить прочность и долговечность чугуна в 3...5 раз по сравнению с чугунами, используемыми для производства серийных моделей [3,4, 5, 6].

Вторым способом повышения надежности ГБЦ является изменение конструкции головок. При исследовании влияния расположения форсуночного отверстия в огневом днище было выявлено, что смещение отверстия на определенную величину относительно центра приводит к значительному снижению напряжений в зоне межклапанных перемычек и повышению их несущей способности. Возможно применение

деконцентраторов напряжений, которые положительно влияют на динамику появления трещин [7].

Третьим способом является повышение теплоотвода от огневого днища. В данном случае возможно применение охлаждаемых седел клапанов за счет дополнительных каналов охлаждения. Такая схема охлаждения используется на газовом двигателе 3500-ой серии производства Caterpillar и хорошо себя зарекомендовала.

Конструкция блока цилиндров также имеет ряд недостатков. Первым из них является изменение геометрии блока ДВС при эксплуатации, что требует фрезеровки поверхности блока при ремонте. Такая проблема была выявлена на 8/10 двигателей, на 6 из них удалось решить данную проблему, на двух блоках не удалось провести фрезеровку по причине минимально допустимой высоты блока, т. к. ранее на этих блоках проводились фрезерные работы при предыдущих капитальных ремонтах. Оставшиеся два блока были забракованы по другим причинам: один по причине кавитационного износа и другой по причине разрушения в результате заклинивания. Решением данной проблемы может выступать увеличение толщины стенок блока цилиндров.

Второй недоработкой данного блока является несовершенная конструкция рубашки охлаждения гильз, результатом которой является кавитация на гильзах (рисунок 2).



Рисунок 2 – Кавитация на гильзах

Особенностью данного разрушения является то, что оно возникает напротив отливок под болты в блоке цилиндров (рисунок 3). В каждом цилиндре по две такие отливки, расположенные друг против друга.



Рисунок 3 – Отливка под болт в блоке цилиндров

Наиболее вероятной причиной кавитации в этом месте является недостаточная толщина рубашки охлаждения между гильзой и отливкой, что приводит к локальному перегреву и разрыву сплошности в охлаждающей жидкости. Помимо гильзы разрушается и отливка на блоке, что приводит к сквозным отверстиям в некоторых случаях и непригодности дальнейшего использования блока цилиндров (рисунок 4).



Рисунок 4 – Кавитационное разрушение блока в отливке под болт ГБЦ

Третьим характерным недостатком данного блока является просадка посадочного места под гильзу (рисунок 5), что приводит к разрушению прокладки ГБЦ и преждевременному выходу из строя ДВС. На рисунке изображен ранее восстановленный блок, на который было установлено ремонтное кольцо, согласно технологии восстановления Caterpillar. Как видно из рисунка, на посадочном месте снова появилась просадка.



Рисунок 5 – Просадка кольца под упор гильзы

Наиболее вероятной причиной такой неисправности являются конструктивные особенности посадки гильзы в блок цилиндров. В двигателях компании Caterpillar посадка гильзы свободная на уплотнительных кольцах и удержание гильзы происходит только за счет прижатия ГБЦ к гильзе через прокладку, что, вероятно, не обеспечивает достаточную жесткость посадки гильзы, в результате чего гильза имеет подвижное состояние и изнашивает посадочное место. Более надежным примером установки гильз в блок цилиндров является конструкция двигателей Cummins, где гильза устанавливается в верхней и нижней части с натягом, что обеспечивает более жесткую посадку гильзы.

К последней наиболее заметной проблеме данных двигателей следует отнести трещины в центральной части выпускного коллектора (рисунок 6) и горячей части турбокомпрессора (рисунок 7). Данная часть коллектора и горячая часть турбины испытывает наибольшую термическую нагрузку, так как цилиндры в центральной части

ДВС имеют самую высокую температуру выпускных газов. Для решения данной проблемы стоит рассматривать пути, связанные с изменением структуры металла для повышения термической стойкости металла.



Рисунок 6 – Трещина на выпускном коллекторе



Рисунок 7 – Трещина в улитке турбины

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить, что рассматриваемый двигатель имеет ряд ярко выраженных недостатков. А именно, трещины в ГБЦ, просадка посадочного места под гильзы, кавитация гильз, искривление блока ДВС, трещины в выпускных коллекторах и горячей части турбокомпрессоров. Такие проблемы свойственны и другим дизельным двигателям иных производителей, поэтому для решения данных проблем существует ряд технических решений, часть из которых была кратко описана в данной статье.

#### **Список использованных источников**

1. Взорв Б.А. Основные направления повышения технического уровня, качества, надежности и равнопрочности тракторных и комбайновых дизелей // Тракторы и сельхозмашины. 1978. №1. С. 3-5.
2. Взорв Б.А. Конструктивные способы повышения термостойкости головок цилиндров / Б.А. Взорв, Е.В. Исаев А.Е. Яковишин // Тракторы и автомобили. 1971. №2. С. 13-14.

3. Черкашин Н.А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей: монография / С.Н. Жильцов, Е.И. Артамонов, Н.А. Черкашин. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. 136 с. : ил. — ISBN 978-588-575-701-0. — URL: <https://rucont.ru/efd/823935> (дата обращения: 25.10.2023)
4. Чекмарев В.В. Влияние упругих свойств чугунов на ресурс цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания / В.В. Чекмарев, Д.А. Никитин, П.Д. Никитин, М.В. Ерюшев // Научное обозрение. 2012. №1. С. 37-41.
5. Чекмарев В.В. Влияние химических элементов на релаксацию и прочность деталей ДВС, работающих в термоусталостном режиме / В.В. Чекмарев, Г.Д. Межецкий, Д.В. Межецкий // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. 2012. №2. С. 58-60.
6. Чекмарев В.В. Влияние физико-механических свойств конструкционных материалов на ресурс цилиндропоршневой группы / Д.А. Никитин, Г.Д. Межецкий, В.В. Чекмарев [и др.] // Научное обозрение. 2016. № 23. С. 79-86.
7. Фомин В.М. Распределение напряжений в днище головок цилиндров дизелей / В.М. Фомин, А.С. Кошеленко, О.В. Жедь // Тракторы и сельхозмашины. 2005. №3. С. 21-24.

## **OVERVIEW OF TYPICAL ENGINE FAILURES CATERPILLAR C32**

*This article presents material of the study of typical Caterpillar C32 engine malfunctions and offers technical solutions to the identified problems. The main purpose of the study is to increase the reliability of the considered internal combustion engine.*

**Keywords:** stresses, cracks, deformation, cavitation

УДК 621.4

## **АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЭЛЕКТРОВЗОВ, ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И УСТРАНЕНИЕ ТЕКУЩИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

*Павленков М.Е., Андриянов К.О.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ неисправностей колесных пар электровозов, причины их возникновения и устранение текущих неисправностей*

**Ключевые слова:** колесные пары, электровоз, неисправности.

Неисправности колесных пар электровозов – это одна из основных проблем, с которыми сталкиваются железнодорожные операторы, их персонал и техническая служба. Колесные пары являются ключевым компонентом электровозов, обеспечивающим безопасное и эффективное движение по железнодорожным путям.

Основными элементами колесной пары являются ось, два движущих колеса, состоящих из колесного центра и бандажа с закрепляющим бандажным кольцом, на удлиненную ступицу колесного центра напрессовано зубчатое колесо. Усилие запрессовки составляет 50 – 60 тонн.

Ось колесных пар, изготовленные из стали ОсЛ (осевая легированная), по конструкции аналогична оси колесной пары вагона.

В данной статье будет представлен анализ причин возникновения неисправностей колесных пар электровозов, а также подробное рассмотрение процесса устранения текущих неисправностей [1].

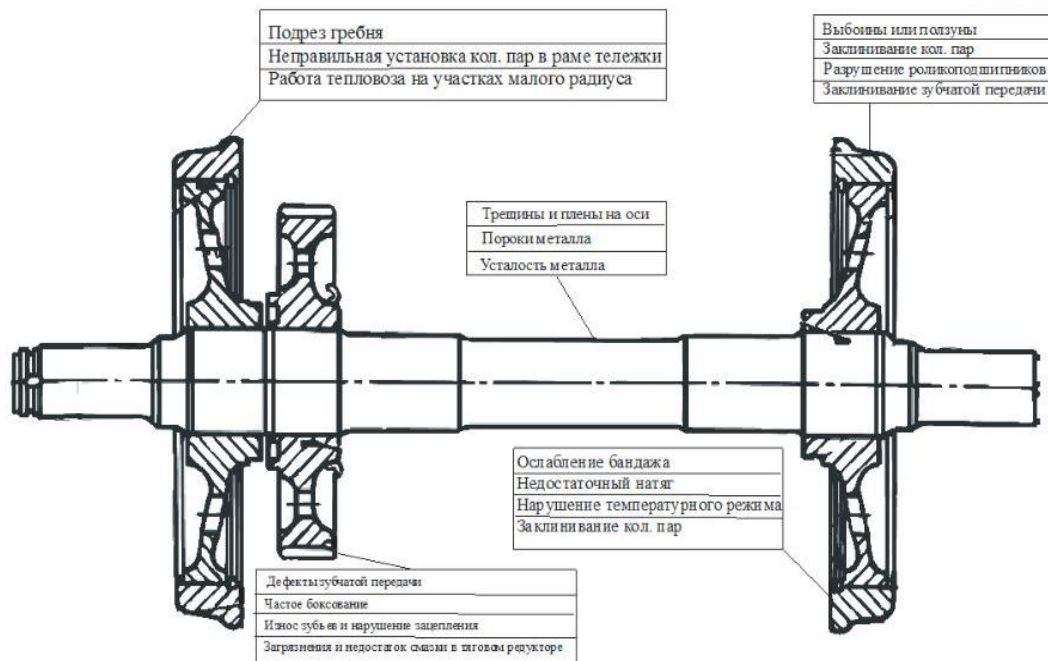


Рисунок 1 – Карта неисправностей колесных пар

Анализ причин возникновения неисправностей колесных пар:

1. Износ и повреждения колесных резин:

- износ колесных резин может быть вызван неправильной геометрией колес или неправильными настройками тормозной системы;

- повреждения колесных резин могут быть вызваны столкновениями с посторонними объектами на пути движения или деформацией рельсов.

2. Потеря коэффициента трения между колесами и рельсами:

- повышенный износ рельсов или загрязнение рельсов сопровождаются потерей трения и может привести к проскальзыванию колесных пар;

- неправильная работа тормозной системы может привести к превышению трения и слеживанию колесных пар.

3. Деформация колесных дисков:

- длительная эксплуатация и высокие нагрузки на колесные диски могут вызвать их деформацию, что приведет к неравномерному износу колес.

Процесс устранения текущих неисправностей:

1. Осмотр колесных пар:

- проверка наличия износа и повреждений колесных резин;

- оценка состояния и деформаций колесных дисков;

- оценка наличия загрязнений на колесах и рельсах.

2. Замена поврежденных колесных резин:

- при выявлении износа или повреждений колесных резин, их следует заменить новыми;

- при необходимости также требуется проверить настройки тормозной системы и скорректировать их.

3. Устранение деформации колесных дисков:

- в случае выявления деформации колесных дисков, их можно привести в исходное состояние с помощью специализированных методов и инструментов [2].

4. Проведение технического обслуживания:

- регулярное техническое обслуживание колесных пар необходимо для предотвращения возникновения новых неисправностей;



- в ходе обслуживания следует проверить геометрию колес и рельсов, а также настройки тормозной системы.

Анализ неисправностей колесных пар электровозов - это важный этап в обслуживании и обеспечении безопасности железнодорожного транспорта. Основные причины неисправностей включают износ и повреждения колесных резин, потерю трения между колесами и рельсами, а также деформацию колесных дисков. Систематический подход к анализу и устранению этих неисправностей позволяет сохранить надежность и безопасность работы электровозов. Устранение неисправностей включает осмотр колесных пар, замену поврежденных колесных резин, устранение деформации колесных дисков и проведение регулярного технического обслуживания [3, 4].

В результате проведенного исследования были разработаны рекомендации и методические указания по оценке технического состояния электрических машин электропоездов. Полученные данные и аналитические результаты могут быть использованы при планировании профилактических работ, устранении неисправностей и обеспечении надежности работы электрического транспорта.

#### Список использованных источников

1. Инструктивные указания по сварочным работам при ремонте тепловозов, электровозов и моторвагонного подвижного состава. ЦТ/251. М.: Транспорт, 2016. 217 с.
2. Инструкция по применению эластомера ГЭН-150 (В) при ремонте локомотивов. М.: Транспорт, 2015. 164 с.
3. Комплексная механизация и автоматизация ремонта подвижного состава / Д. Я. Перельман, И. Ф. Скиба и др. М.: Транспорт, 2016. 35 с.
4. Поточные линии ремонта локомотивов в депо / Н.И. Фильков, Е.Л. Дубинский, М.М. Майзель, И.Б. Стерлин. Изд. 2-е М.: Транспорт, 2020. 312 с.

### ANALYSIS OF MALFUNCTIONS OF WHEEL SETS OF ELECTRIC LOCOMOTIVES, THEIR CAUSES AND ELIMINATION OF CURRENT MALFUNCTIONS

*This article analyzes the malfunctions of the wheel sets of electric locomotives, the causes of their occurrence and the elimination of current malfunctions*

**Keywords:** *wheel pairs, electric locomotive, malfunctions*

УДК 621.4

### АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АППАРАТНОГО ЦЕХА РЕМОНТНОГО ДЕПО ЭЛЕКТРОВОЗОВ

*Павленков М.Е., Поляков А.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ оснащения аппаратного цеха ремонтного депо электровозов*

**Ключевые слова:** *аппаратный цех, техническое оснащение.*

В данной статье мы представляем детальный анализ технического оснащения аппаратного цеха ремонтного депо. Цель нашего исследования состояла в определении эффективности и современности используемого оборудования, а также выявлении возможных областей для улучшения.

Аппаратный цех предназначен для ремонта электроаппаратуры. В пролете этого цеха размещают участки очистки, разборки и ремонта, сборки аппаратов.

В аппаратном цехе выполняется ремонт электрических аппаратов снимаемых при проведении всех видах технического обслуживания и текущих ремонтов, включая и

средний ремонт. Поскольку средний ремонт является наиболее сложным трудоемким, планируем прежде всего его основные работы.

В аппаратном цехе локомотивного депо, согласно временным правилам при текущем ремонте ТР-3 с электровоза снимаются и ремонтируются следующие аппараты: токоприемники; быстродействующие выключатели и быстродействующие контакторы; электропневматические контакторы; дугогасительные камеры электропневматических и электромагнитных контакторов; групповых переключателей; панели пуска вспомогательных машин; электропечи и электрокалориферы; регуляторы давления; разрядники; аккумуляторные батареи; реле оборотов; регуляторы напряжения; датчики тока АСУВ; электромагнитные вентили; вентили защиты; пневматические, электропневматические и электроблокировочные клапаны; пневматические выключатели управления; электроизмерительные приборы; предохранители; низковольтные межсекционные соединения; кулачковые элементы ТК, РК, ПКГ; отключатели двигателей; переключатели вентиляторов; блоки ПБЗ; контроллеры; пусковые резисторы; кнопочные выключатели КУ. Все аппараты защиты и контроля должны быть отрегулированы и испытаны на электровозе или на стенде (испытательной станции).

Первоначально мы провели обзор состояния основных оборудований цеха. Ключевые элементы, подлежащие анализу, включали в себя станки, прессовое и сварочное оборудование, стеллажи для хранения инструментов и материалов, а также системы климат-контроля и пожаротушения.

Мы обратили внимание на техническое состояние оборудования, его старение, а также соответствие требуемым стандартам безопасности и эффективности. Кроме того, мы проанализировали надежность и доступность запасных частей, необходимых для обслуживания и ремонта оборудования.

Также был проведен анализ производительности аппаратного цеха. Мы оценили эффективность работы оборудования в различных сферах деятельности ремонтного депо, отдельно выделив наиболее критически важные операции. Для этого мы изучили данные о времени выполнения работ, качестве и надежности производства.

В цехе применяется агрегатный способ ремонта. При агрегатном методе, снятая с локомотива электрическая аппаратура поступает в аппаратный цех, а на локомотив устанавливаются другие узлы из технологического запаса. Таким образом, простой локомотива сокращается на время, которое необходимо для ремонта снятых элементов.

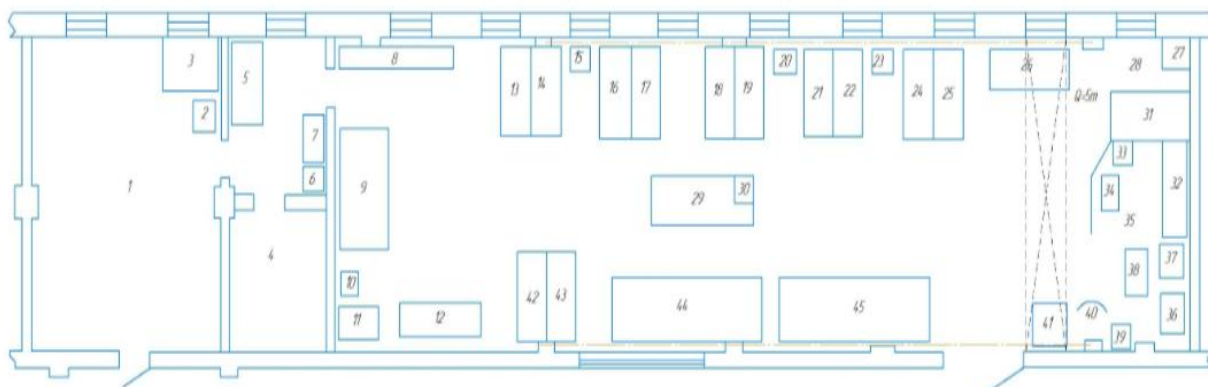


Рисунок 1 – План аппаратного отделения: 1, 3– Комната мастера; 2 – пост мастера КСК-АЦ; 4 – кладовая; 5 – рабочее место ремонта вентилялей; 6,7 – стенд для проверки реле; 8-10 стенды с технологическими картами; 11-15 – рабочие места; 16-20 – рабочие места ремонта контакторов; 21 – пост проверки; 22-27 – рабочие места; 28-32 – стенды испытаний; 33-35 – испытательная станция; 36-39 – стенды ремонта; 40 – умывальник; 41 – сверлильный станок; 42,43– рабочий верстак; 44 – аппараты в ремонт; 45 – аппараты из ремонта.

На основе полученных данных и анализа, мы сделали выводы о необходимости модернизации некоторых элементов технического оборудования аппаратного цеха. Мы рекомендуем заменить или обновить устаревшее оборудование, а также улучшить системы климат-контроля и пожаротушения для обеспечения безопасности работников и сохранности имущества.

Наш анализ также позволил нам выявить возможности для оптимизации процессов производства. Мы рекомендуем рассмотреть внедрение новых технологий и методов, которые могут повысить производительность и качество выпускаемой продукции.

В заключение, наш анализ технического оснащения аппаратного цеха ремонтного депо позволяет нам сделать выводы о необходимости инвестиций в модернизацию и оптимизацию существующего оборудования. Обновление оборудования и внедрение новых технологий позволят повысить эффективность производства, улучшить качество работы и обеспечить безопасность работников, что в свою очередь способствует росту и развитию ремонтного депо.

Отделение для испытания аппаратов на электрическую прочность изоляции играет важную роль в области электротехники. Правильная подготовка и проведение испытаний обеспечивают безопасность и надежность электрооборудования, а также устраняют возможные проблемы и аварийные ситуации. Корректный анализ отделения и соблюдение порядка проведения испытаний являются краеугольным камнем в обеспечении эффективной работы и успешного функционирования отделения.

#### Список использованных источников

1. Зорина В. И., Астрахана В.И. Тепловоз 2ТЭ116 103.11.318. М., 2016. С.123.
2. Меренцев С. П. Устройства локомотивов. М.: Транспорт, 2017. С. 176.
3. Бервинов В.И., Доронин Е.Ю., Зенин И.П. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов. М.: Трансжелдориздат, 2019. С. 134.

### ANALYSIS OF THE TECHNICAL EQUIPMENT OF THE ELECTRICAL LOCOMOTIVE REPAIR SHOP

*This article analyzes the equipment of the hardware workshop of the repair depot of electric locomotives*

**Keywords:** hardware shop, technical equipment

УДК 621.4

### АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В СЕРВИСНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

*Павленков М.Е., Сайкин А.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ понятия «бережливое производство» в сервисном обслуживании электропоездов.*

**Ключевые слова:** бережливое производство, сервисное обслуживание.

Понятие «бережливое производство» в сервисном обслуживании электропоездов является ключевой стратегией, направленной на оптимизацию производственных процессов и повышение эффективности обслуживания. Бережливое производство предполагает минимизацию потерь и рациональное использование ресурсов, что в свою очередь способствует повышению качества и надежности работы электропоездов.

Одной из основных принципов бережливого производства является исключение всего излишнего. В контексте сервисного обслуживания электропоездов это означает, что необходимо избегать простоев и лишних ремонтных работ, сосредотачиваясь только на необходимых операциях по устранению дефектов и проведении технического обслуживания. Для этого следует разработать оптимальные планы технического обслуживания на основе анализа статистических данных и прогнозирования возможных поломок (рисунок 1).

Важным аспектом бережливого производства в сервисном обслуживании электропоездов является стандартизация процессов и использование проверенных методик. Это позволяет не только ускорить сроки проведения работ, но и гарантировать единообразие и качество выполнения всех необходимых операций. Более того, стандартизация процессов способствует повышению эффективности обслуживания, уменьшению количества ошибок и сокращению времени реакции на аварийные ситуации.

Другим важным принципом бережливого производства в сервисном обслуживании электропоездов является постоянный процесс улучшения. Для достижения оптимальной производительности и снижения потерь следует постоянно анализировать производственные процессы, выявлять и устранять причины возникновения неполадок, оптимизировать расход ресурсов и повышать квалификацию персонала. Такой подход позволяет достичь не только экономических выгод, но и улучшить уровень обслуживания и удовлетворенность клиентов.

Технически исправное состояние ТПС, его надежная работа в условиях современных экономических отношений является важным фактором. Конкурентоспособность железнодорожных перевозок напрямую зависит от технических возможностей и состояния ТПС.



Рисунок 1 – Основные цели бережливого производства

В локомотивном хозяйстве действует единая планово-предупредительная система технического обслуживания и текущих ремонтов локомотивов. При этой системе постановка ТПС в ремонт производится в соответствии с нормативным межремонтным пробегом. Виды обязательных работ устанавливаются правилами ремонта локомотивов для каждого типа и серии локомотива на каждый вид ремонта и обслуживания

Для повышения уровня организации труда необходимо производить постоянный мониторинг процесса ремонта ТР-1. Для этого на предприятии внедрен комплекс автоматизированного контроля и управления ремонтом «АСУ электропоезд», позволяющий производить анализ технического состояния оборудования МВПС, что привело в свою очередь к сокращению случаев преждевременного выхода из строя оборудования на 40%.

Полученные результаты и рекомендации по оптимизации технологического процесса сервисного обслуживания электропоездов будут полезны для предприятий, занимающихся поддержкой и обслуживанием электропоездов, а также инженеров и специалистов, работающих в этой сфере. Также, данное исследование может стать отправной точкой для последующих научных исследований в области оптимизации процессов сервисного обслуживания в промышленности.

В заключение, бережливое производство в сервисном обслуживании электропоездов является эффективным инструментом для повышения качества и надежности работы поездов. Оно основывается на минимизации потерь, стандартизации процессов и постоянном процессе улучшения. Реализация данной стратегии позволяет снизить затраты на обслуживание и частоту поломок, а также повысить уровень удовлетворенности клиентов.

#### Список использованных источников

1. Зорина В. И., Астрахан В.И. Тепловоз 2ТЭ116 103.11.318. М., 2016. С.123.
2. Меренцев С.П. Устройства локомотивов. М.: Транспорт, 2017. С. 176.
3. Вумек Д.П., Джонс Д. . Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2014. 473 с.
4. Бервинов В.И., Доронин Е.Ю., Зенин И.П. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов. М.: Трансжелдориздат, 2019. С. 134.

### ANALYSIS OF THE CONCEPT OF "LEAN MANUFACTURING" IN THE MAINTENANCE OF ELECTRIC TRAINS

*This article analyzes the concept of "lean manufacturing" in the maintenance of electric trains.*

**Keywords:** *lean manufacturing, service maintenance*

УДК 629.472

### МЕТОДИКА МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Панов Е.И., Алехнович А.Д.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье представлены методы усовершенствования процесса технического обслуживания подвижного состава.*

**Ключевые слова:** *диагностическое оборудование, железнодорожный транспорт, узел, время функционирования.*

Анализ неисправностей тягового подвижного состава, электропоездов и вагонов за последние годы показал, что значительная часть проблем связана с роторными узлами. Среди наиболее часто выявляемых неисправностей встречаются проблемы с буксовыми узлами, подшипниками тяговых электродвигателей и редукторными узлами КМБ.

Исследования показывают, что около 25% тягового подвижного состава Российских железных дорог исчерпали свой ресурс и нуждаются в замене или ремонте.

В связи с этим, особое внимание должно быть уделено эксплуатации и ремонту роторных узлов. Неправильная работа этих узлов может привести к серьезным последствиям, включая аварии и нарушение безопасности движения поездов. Поэтому, для обеспечения безопасности пассажиров и эффективности работы железнодорожного транспорта, необходимо регулярно проводить техническое обслуживание и своевременно заменять изношенные детали.

Для решения данной проблемы, необходимо проводить систематический мониторинг состояния роторных узлов, а также осуществлять профилактический ремонт и замену деталей в соответствии с рекомендациями производителей. Кроме того, важно развивать и внедрять новые технологии и материалы, способные повысить надежность и долговечность роторных узлов.

Только совместными усилиями отраслевых специалистов, производителей и эксплуатантов можно достичь улучшения качества роторных узлов и повысить безопасность движения на железнодорожном транспорте. Современные технологии позволяют обеспечивать контроль технического состояния узлов без их разборки. Использование современных средств технического диагностирования позволяет точно определить техническое состояние роторных узлов с помощью виброакустических приборов и комплексов.

Развитие цифровой микроэлектроники играет важную роль в этом процессе. Благодаря этому можно увеличить объемы памяти запоминающих устройств и улучшить быстродействие процессоров, что повышает точность и эффективность диагностики.

Появление новых возможностей и направлений работы для разработчиков диагностического оборудования открывает новые перспективы для улучшения контроля технического состояния узлов. Одновременно фокус разработчиков программно-аппаратных диагностических средств сосредотачивается на решении конкретных задач, что позволяет получить более точную и надежную информацию о состоянии узлов. Внедрение изменений и улучшений в процесс диагностирования приведет к повышению достоверности и глубины диагностирования, сокращению времени, расширению функциональных возможностей и улучшению пользовательского интерфейса. Это также повысит надежность работы и обеспечит удобство эксплуатации. В настоящее время диагностика стала неотъемлемой частью многих сфер деятельности, будь то медицина, автотранспорт, промышленность или технологии. Это позволяет получить наиболее полную и точную информацию о состоянии объекта диагностирования и правильно определить не только наличие, но и тип дефекта. Таким образом, достоверность диагностирования зависит от глубины его проведения и использования различных методов и технологий.

Современные методы диагностики включают в себя как неконтактные, так и контактные методы. Неконтактные методы основаны на использовании различных физических явлений, таких как электромагнитное излучение, звуковые волны или рентгеновское излучение. Контактные методы предполагают использование датчиков или зондов для получения информации напрямую с поверхности объекта.

Одним из самых распространенных методов диагностики является визуальный осмотр. Он позволяет обнаружить внешние дефекты, такие как трещины, сколы или коррозию. Однако, для более точной оценки состояния объекта необходимо использовать специализированное оборудование.

Мартенситный анализ – это метод, основанный на измерении магнитных свойств металла. Он позволяет определить наличие дефектов, таких как трещины или зоны напряжений. Тепловизионная диагностика основана на использовании инфракрасного излучения, что позволяет обнаруживать проблемы с теплопроводностью или изоляцией.

В итоге, правильный выбор метода диагностики и использование современных технологий позволяют получить полную и достоверную информацию о состоянии объекта. Это позволяет принимать взвешенные решения и предотвращать возможные проблемы в будущем. Для диагностирования роторных механических узлов виброакустическими методами используются анализ вибрационных сигналов. Он основан на спектральном анализе колебательных процессов, который позволяет выявить основные частоты и амплитуды вибраций. Сравнение спектральных компонент с нормальными значениями позволяет выявить дефекты в работе механизма.

Тепловые методы диагностирования основаны на измерении температуры роторных узлов. Изменение температуры может свидетельствовать о нарушении работы узлов, таких как трение и износ подшипников или неисправность смазочной системы [1].

Для обработки диагностических сигналов применяются различные математические методы. Нечеткие множества позволяют работать с нечеткими и неопределенными данными в процессе диагностирования. Теория фракталов используется для анализа самоподобия вибрационных сигналов и выявления возможных повторяющихся дефектов. Корреляционный и кепстральный анализ помогают определить степень зависимости между различными сигналами и выявить аномалии в работе узлов.

Разработка самообучающихся и самонастраивающихся диагностических систем основана на принципах организации нейронных сетей. Эти системы способны накапливать опыт и обучаться на основе полученной информации, что позволяет повысить их точность и эффективность диагностирования. Работы с использованием нейронных сетей проводятся в Омском Центре "Транспорт" для повышения достоверности и глубины диагностирования оборудования. Это сложная задача, требующая особого внимания. Далее предлагается рассмотреть время диагностирования без учета подготовительных операций и указываются несколько способов для его сокращения. Для изменения режимов работы механизма предлагается использование нового подхода, основанного на анализе динамических характеристик. Это позволяет определить возможные неисправности еще на начальных стадиях. Также возможно применение неразрушающих методов диагностики, которые позволяют обнаружить скрытые дефекты без разборки механизмов.

Улучшение аппаратной части диагностических устройств предполагает использование новейших технологий и компонентов. Так, использование быстрых АЦП позволяет обеспечить высокую точность измерений, а мощные микропроцессоры обеспечивают быструю обработку полученных сигналов. Параллельный съем сигналов позволяет одновременно измерять несколько параметров, что ускоряет процесс диагностирования.

Оптимизация программного обеспечения является также важным аспектом улучшения процесса диагностики. В рамках оптимизации проводится разработка специальных алгоритмов анализа сигналов, которые позволяют быстро и точно определить наличие неисправностей. Также важно создание удобного и интуитивно понятного интерфейса диагностических комплексов, что упростит работу специалистов.

Постоянное совершенствование процесса диагностики механизмов является необходимым условием эффективного функционирования технических систем. Предложенные способы улучшения позволяют сократить время диагностирования и повысить точность результатов. При диагностировании серьезных систем, таких как узлы колесно-моторного блока локомотива или электропоезда, результаты предыдущих измерений и эталонные модели неисправностей используются для сравнения с текущими измерениями. Оптимизация структуры баз данных и применение новых технологий позволяют сократить время диагностирования на 25-30%. Разработчики нового оборудования также стремятся добавить больше функциональных возможностей при минимальных затратах. Но главное, чтобы эти новые возможности не только снижали

затраты, но и увеличивали надежность диагностики. От этого напрямую зависит безопасность работы транспортных средств и комфорт пассажиров. Поэтому важно не только добавлять новые функции, но и продолжать совершенствовать уже существующие. В конечном итоге, разработка максимально эффективной и надежной системы диагностики позволит оперативно обнаруживать и решать проблемы в работе транспортных средств, обеспечивая безопасность и надежность их эксплуатации. Добавление новых функций и возможностей в продукцию является ключевым фактором для повышения конкурентоспособности на рынке. Производители устройств вибродиагностирования не останавливаются на простом измерении вибрации, они также включают функции измерения частоты вращения, балансировки роторов и прогнозирования установившегося значения температуры.

Также предлагаются дополнительные возможности, позволяющие измерять различные физические величины. Для этого устройства подключаются к соответствующим преобразователям, которые обеспечивают точные измерения. Кроме того, используется специальное сервисное программное обеспечение, которое обрабатывает и хранит информацию, полученную от устройств.

Внедрение этих новых функций и возможностей позволяет производителям расширить сферу применения своей продукции. Устройства вибродиагностирования становятся не только неотъемлемой частью в процессе контроля и обслуживания различных механизмов, но и находят применение в других отраслях. Например, измерение вибрации может быть использовано для контроля качества продукции, определения неисправностей и предотвращения аварийных ситуаций.

Таким образом, добавление новых функций и возможностей в устройства вибродиагностирования играет важную роль в устойчивом сбыте продукции и увеличении ее конкурентоспособности на рынке. Такие компьютеры также требуют специального программного обеспечения для выполнения диагностики. В связи с этим возникает необходимость создать передовые решения в области диагностического оборудования, которые сочетают в себе надежность и доступность.

Важными требованиями к диагностическому оборудованию в железнодорожной отрасли являются возможность быстрой и точной диагностики, облегчение процесса обслуживания и ремонта, а также возможность адаптации к различным условиям эксплуатации. Диагностическое оборудование должно быть простым и удобным в использовании, чтобы его могли применять не только специалисты, но и обычные работники.

Кроме того, выявлена необходимость наличия возможности хранения и анализа полученных данных для дальнейшего использования в планировании технического обслуживания и ремонтных работ. Также важным фактором является возможность обновления программного обеспечения в случае необходимости внесения изменений или добавления новых функций.

Необходимы дальнейшие шаги для разработки и внедрения нового диагностического оборудования в железнодорожной отрасли, учитывая все вышеперечисленные требования и условия применения на базе сигнального процессора Blackfin и операционной системы uQinux.

Ключевым преимуществом такого компьютера является его дружелюбный пользовательский интерфейс. Он позволяет не только упростить процесс подготовки, проведения и получения результатов диагностирования, но и сэкономить время операторов.

Особенно важно отметить, что системы диагностирования, специально разработанные для применения на железнодорожном транспорте, являются более эффективными по сравнению с общепромышленными системами. Они более точно



учитывают специфические особенности диагностируемых узлов и требуют меньше настроек и операций для их работы.

Кроме того, применение бюджетного промышленного компьютера на базе Blackfin позволяет снизить массу и габариты системы диагностирования. Это позволяет значительно упростить ее эксплуатацию и перемещение между различными узлами железнодорожного транспорта.

Также стоит отметить, что увеличение времени автономной работы компьютера позволяет операторам более эффективно использовать его в течение длительных периодов времени без необходимости постоянной подзарядки или подключения к источнику питания.

Таким образом, применение промышленного компьютера на базе сигнального процессора Blackfin и операционной системы uQinix может значительно улучшить системы диагностирования на железнодорожном транспорте, обеспечивая более точные результаты, удобство в использовании и экономию времени операторов. "Прогноз-1М" - диагностический комплекс нового поколения, предназначенный для использования на сетях железных дорог. В его основе лежат основные требования, обеспечивающие эффективную разработку. Комплекс объединяет несколько методов диагностирования, обработки и анализа сигналов, что позволяет проводить точные измерения и получать достоверные данные. Одновременный сбор информации по нескольким каналам обеспечивает полную картину состояния сети железных дорог. Важным моментом является минимизация времени диагностирования, что позволяет оперативно устранять возможные проблемы. Комплекс отличается надежностью и удобством в использовании, благодаря чему специалисты смогут проводить диагностику с высокими метрологическими характеристиками. "Прогноз-1М" - инновационное решение, которое поможет оптимизировать процессы железнодорожной инфраструктуры и повысить безопасность на путях сообщения [2].

#### Список использованных источников

1. Киселев Г.Г. Совершенствование технологии осмотра грузовых вагонов с целью оперативного и качественного обнаружения неисправностей // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 33-36.
2. Тэттер В.Ю., Тэттер А.Ю. Пути повышения эффективности работы средств технического диагностирования подвижного состава // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2008. №22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-raboty-sredstv-tehnicheskogo-diagnostirovaniya-podvizhnogo-sostava> (дата обращения: 14.07.2023).

## METHODOLOGY OF MODERNIZATION OF TECHNICAL INSPECTION OF ROLLING STOCK

*This article presents methods for improving the process of maintenance of rolling stock.*

**Keywords:** *diagnostic equipment, railway transport, node, operating tim*

УДК 629.4

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

*Панов Е.И., Власов Д.С.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Данная статья описывает цели и задачи технического обслуживания и текущего ремонта вагонов, а также особенности проведения текущего ремонта ТР-2.*

**Ключевые слова:** *техническое обслуживание, вагон, ремонт вагонов, железнодорожный транспорт.*

Целью проведения технического осмотра и текущего ремонта вагонов являются поддержание пассажирских и грузовых вагонов в исправном состоянии и обеспечение безопасности и комфорта пассажиров и грузов. Важной частью системы технического обслуживания являются плановые мероприятия, которые включают в себя регулярный осмотр вагонов и проведение предупредительных ремонтов. Они позволяют выявить потенциальные проблемы и предотвратить их возникновение, что значительно снижает риск возникновения аварий на железнодорожных путях.

Оперативные ремонты проводятся при возникновении неполадок и аварийных ситуаций. Они направлены на быстрое устранение проблем и восстановление работоспособности вагонов. Для выполнения этих работ используются современная техника и оборудование, а также применяются новые технологии, которые позволяют проводить ремонт более эффективно и качественно.

Система технического обслуживания также включает внедрение системы контроля и диагностики. Она позволяет оперативно выявлять неисправности и предупреждать возможные поломки вагонов. Благодаря этой системе можно предпринять меры по предотвращению возникновения серьезных проблем и увеличить безопасность передвижения поездов.

Еще одним важным элементом системы является разработка нормативно-технической документации. Она определяет требования к техническому обслуживанию и ремонту вагонов. Это включает в себя список необходимых материалов и инструментов, а также рекомендации по проведению работ. Оснащение ремонтных баз и цехов соответствующим инструментом и материалами играет важную роль в обеспечении качественного и своевременного ремонта вагонов.

Все эти меры и принципы составляют единую систему технического обслуживания, которая направлена на поддержание вагонов в исправном состоянии и обеспечение безопасности и комфорта на железнодорожном транспорте. Регулярное освоение новых технологий и улучшение системы контроля и диагностики позволяют снизить риск аварий и обеспечить бесперебойную работу железнодорожного транспорта.

Для проведения ремонтных работ, требующих полной разборки и замены отдельных элементов конструкции, необходимо отцепить вагон от состава. Это связано с тем, что данные работы требуют специализированного оборудования и применения специальной техники, которые могут быть доступны только на специализированных ремонтных площадках [1].

Такой тип ремонта, называемый текущим ремонтом ТР-2, проводится для вагонов, требующих особого внимания и устранения серьезных дефектов. При этом производится полная разборка вагона, замена поврежденных деталей и элементов конструкции, а затем осуществляется сборка вагона. Все работы проводятся с использованием специальных инструментов и оборудования, которые обеспечивают качественный и надежный ремонт.

Капитальный ремонт вагонов является неотъемлемой частью технического обслуживания и позволяет продлить срок их эксплуатации. Такие работы проводятся в специально оборудованных мастерских, где имеется необходимая техника и условия для качественного ремонта. Капитальный ремонт включает в себя полную разборку вагонов, осмотр и диагностику, замену и восстановление компонентов, укрепление и сборку вагонов.

Развитие системы технического обслуживания и ремонта вагонов на железных дорогах позволяет эффективно поддерживать вагоны в исправности, продлевая их срок службы. Благодаря этому, вагоны становятся более надежными для использования на сети железных дорог, что способствует более интенсивной и эффективной железнодорожной

перевозке грузов. Периодические деповские и заводские ремонты являются неотъемлемой частью обслуживания грузовых вагонов. Они не только обеспечивают восстановление работоспособности вагона, но и гарантируют его безопасность и надежность во время эксплуатации.

Для грузовых вагонов основных типов установлены определенные сроки проведения деповского ремонта. В зависимости от степени износа, вагон может требовать капитального ремонта, в ходе которого осуществляется замена изношенных деталей и узлов.

Техническое обслуживание вагонов включает в себя не только ремонтные работы, но и различные процессы, направленные на поддержание и подготовку вагонов к перевозкам. Это включает в себя технический осмотр, текущий ремонт, освидетельствование важнейших узлов вагона, а также технический надзор за проходящими поездами.

Основная цель проведения ремонтных и обслуживающих работ состоит в том, чтобы обеспечить безопасность и надежность работы вагона во время перевозки грузов. Качественное обслуживание позволяет продлить срок службы и экономическую эффективность вагонов, что является важным фактором для железнодорожных перевозок товаров. Во время перевозки грузовых вагонов осуществляется выполнение мелкого ремонта. Это включает в себя контроль состояния вагонов на предмет возможных неисправностей, а также проведение необходимых ремонтных работ для обеспечения безопасной перевозки груза.

Кроме того, на парке составления поездов или станции технического обслуживания осуществляется полное техническое обслуживание и ремонт вагонов перед отправлением на следующий участок пути. Это включает в себя более подробный контроль состояния вагонов, выявление и устранение возможных неисправностей, а также выполнение всех необходимых ремонтных работ.

Основная цель технического обслуживания грузовых вагонов заключается в обеспечении безопасности перевозки груза. Путем регулярного контроля состояния вагонов и своевременного обнаружения и устранения возможных неисправностей, можно гарантировать, что вагоны будут находиться в надлежащем техническом состоянии и смогут безопасно перемещаться по железнодорожным путям.

Техническое обслуживание грузовых вагонов проводится на различных стадиях и на различных станциях. Начиная с момента их подготовки к перевозке до отправления на следующий участок пути, вагоны проходят контроль и ремонт на парке составления поездов или станции технического обслуживания.

Таким образом, техническое обслуживание грузовых вагонов является неотъемлемой частью их эксплуатации. Оно включает в себя контроль, ремонт и обеспечение безопасности перевозки. Благодаря проведению регулярного технического обслуживания вагонов, можно гарантировать надежность и безопасность железнодорожных перевозок [2].

#### Список использованных источников

1. ТК-425. Техническое обслуживание грузовых вагонов. Типовой технологический процесс (утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 02.03.2018 N 436р) (с изм. от 14.07.2020)
2. Виды ремонта и технического обслуживания вагонов – Режим доступа: [https://www.vagoni-jd.ru/razdel\\_12-5-1-vidi/](https://www.vagoni-jd.ru/razdel_12-5-1-vidi/) (дата обращения 12.07.2023)

#### **MAINTENANCE AND MAINTENANCE OF FREIGHT AND PASSENGER CARS**

*This article describes the goals and objectives of maintenance and routine repair of wagons, as well as the features of the maintenance TR-2*

**Keywords:** *maintenance, wagon, wagon repair, railway transport*

## ПОРЯДОК РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ЭКИПИРОВКИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

*Панов Е.И., Данилов В.А.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*Данная статья работу и стандартный штат пассажирских технических станций, а также порядок проведения экипировки пассажирского вагона в рамках ТО-1*

**Ключевые слова:** *вагон, эффективное функционирование станций, бригада, обслуживание, станция.*

Назначение пассажирских технических станций заключается в подготовке пассажирских поездов перед отправлением. Обычно на каждое направление, связанное с железнодорожным узлом, существует одна объединенная пассажирская техническая станция. Важное значение имеет выбор местоположения этих станций. Большинство пассажирских и связанных с ними технических станций были построены в разное время. Удаление пассажирских технических станций от пассажирских станций в крупных городах – проблема. Это решение рекомендуется принимать лишь в исключительных случаях. Отсутствие таких станций вызывает ряд проблем, между прочим, задержку поездов от прибытия до отправления. Чтобы решить эту проблему, составы отправляют на пункты отстоя и технического обслуживания, что затрудняет работу учреждений и подразделений. Пассажирские технические станции могут размещаться параллельно или последовательно по отношению к пассажирским станциям. Для эффективного функционирования станций и узлов железнодорожной сети необходимо соблюдать ряд важных указаний и технических требований. Во-первых, это касается объема и состава поездов, которые должны быть четко регламентированы. Соблюдение этих условий позволяет избежать перегрузок и обеспечить безопасность движения на железных дорогах.

Организационные условия также играют важную роль в работе станций и узлов. Расписание прибытия и отправления поездов должно быть составлено таким образом, чтобы обеспечить максимальную отдачу от этих объектов инфраструктуры. Кроме того, необходимо учесть пассажиропотоки и пересадочные возможности на станциях и узлах, что поможет сделать железнодорожное сообщение более комфортным для пассажиров.

Состояние оборудования и инфраструктуры также является важным аспектом эффективного функционирования станций и узлов. Регулярное техническое обслуживание и ремонт оборудования позволят избежать его поломок и сбоев в работе. Кроме того, необходимо следить за сохранностью и чистотой инфраструктуры, чтобы избежать возникновения аварийных ситуаций.

В целом, эффективное функционирование станций и узлов невозможно без соблюдения указаний и технических требований, а также без поддержания оборудования и инфраструктуры в хорошем состоянии. Только при выполнении всех этих условий можно обеспечить безопасность и комфорт передвижения пассажиров и грузов по железным дорогам. Для определения технической сложности работ и времени, необходимого для обслуживания каждого типа вагона, а также расчетного количества бригад, требуется учесть несколько факторов.

Во-первых, необходимо изучить конструкцию и особенности каждого типа вагона. Это позволит определить специфические требования к обслуживанию и ремонту. Например, некоторые вагоны могут иметь сложные механизмы или специфические системы, требующие определенных навыков и времени для обслуживания.

Во-вторых, важно учесть техническое состояние вагонов. Если вагон находится в хорошем состоянии и требует только профилактического обслуживания, то на это потребуется меньше времени и усилий, чем при ремонте или замене деталей.

Также необходимо принять во внимание степень загруженности вагонов и их использование. Если вагон используется постоянно или на него накапливаются большие износы, то он может требовать более частого и длительного обслуживания. Напротив, если вагон используется редко, то время на его обслуживание будет меньше.

При расчете необходимого количества бригад также учитываются эти факторы. Если количество вагонов, требующих обслуживания, большое, то потребуется большее количество бригад. В зависимости от времени, необходимого для обслуживания каждого типа вагона, можно определить количество бригад, которые будут участвовать в процессе обслуживания.

Таким образом, для определения технической сложности работ, времени на обслуживание каждого типа вагона и расчетного количества бригад необходимо учитывать конструкцию вагонов, их техническое состояние, степень их загруженности и использование. Это позволит эффективно организовать работу и уменьшить возможные задержки. Такие бригады работают на разных поездах, что позволяет более гибко распределять их рабочее время и экономить на оплате сверхурочных. Однако такая система имеет и недостатки – уровень обслуживания может проседать, так как проводники могут иметь меньшее представление о конкретном поезде и его особенностях. Неприкрепленные бригады также требуют более тщательного планирования и контроля со стороны руководства, чтобы обеспечить правильное распределение работников и достаточное количество проводников на каждом поезде. Применение одного или другого подхода зависит от конкретных условий и особенностей работы железнодорожной компании. Основной целью в любом случае является обеспечение комфортного путешествия пассажиров и сохранность вагонов. Новые формы организации обслуживания составов вносят значительные изменения в существующую ситуацию. К примеру, для поездов, отправляющихся несколько раз в неделю, были введены сервисные бригады, состоящие из трех проводников, для обслуживания двух вагонов. Важным аспектом в данном процессе является регулирование графика работы бригад, чтобы учитывать нормы рабочего времени и необходимое время отдыха [1].

Кроме того, осуществляются процессы экипировки пассажирских вагонов. Это включает в себя проведение осмотра, дезинфекцию, уборку и замену белья, и другие работы. Для выполнения этих задач привлекаются специализированные экипировочные бригады, обладающие соответствующими навыками и опытом.

Также следует отметить, что вагоны должны быть снабжены водой и топливом в соответствии с сезоном. Для этого станции или промежуточные пути осуществляют подачу необходимого ресурса.

В целом, новые формы организации обслуживания составов позволяют более эффективно и качественно обслуживать пассажиров, учитывая различные аспекты и требования. Это способствует повышению комфорта и безопасности пассажирских перевозок. Для того чтобы обеспечить комфортное путешествие пассажиров, пассажирские составы оснащены всем необходимым. В каждом вагоне имеется достаточное количество матрасов, подушек и одеял. Постельное белье предоставляется пассажирам бесплатно. Также в вагонах есть весь необходимый инвентарь, включая вентиляцию, освещение, розетки для зарядки электронных устройств, а также игры и книги для развлечения пассажиров во время путешествия.

Ответственность за поддержание чистоты и порядка в вагонах лежит на проводниках. Они регулярно проводят уборку, обеспечивают замену белья и контролируют порядок среди пассажиров.

В поездах также всегда имеются аптечки, санитарные носилки и огнетушители для оказания первой помощи при необходимости. Это обеспечивает безопасность пассажиров и позволяет оперативно реагировать на возможные ЧП.

В целом, пассажирские составы тщательно оборудованы и поддерживаются в должном состоянии, чтобы обеспечить комфорт и безопасность пассажиров во время путешествия. Для дезинсекции используются специальные препараты, которые обрабатывают места скопления насекомых, такие как щели, щели, вентиляционные отверстия и подлокотники. Важно отметить, что дезинсекцию проводят только при наличии насекомых или при выявлении их личинок. Дератизация пассажирских составов также проводится при наличии грызунов или при обнаружении их следов. Для этого используются яды и ловушки. В процессе дератизации особое внимание уделяется наполнению и очистке мусорных ящиков, так как они являются выгодными местами для обитания грызунов. Все эти процессы способствуют поддержанию высокого уровня санитарии и безопасности в пассажирских составах на железнодорожном транспорте. Главная цель обработки вагонов заключается в уничтожении насекомых, которые могут быть переносчиками инфекционных заболеваний. Работники дезпункта используют для этого специальные препараты, но перед обработкой необходимо герметизировать вагоны. Важно соблюдать меры безопасности: во время обработки и после ее окончания любые работы на вагонах и в их окрестностях запрещены. После полного завершения обработки и дегазации можно проводить уборку помещений и ремонтные работы. Время простоя после обработки составляет два часа, а после дезинфекции – 30 минут. Все эти меры направлены на предотвращение распространения инфекционных заболеваний и обеспечение безопасности пассажиров и персонала вагонов. Дератизация позволяет поддерживать чистоту и гигиену вагонов, предотвращает повреждения оборудования и сохраняет здоровье пассажиров. Этот процесс включает использование специальных препаратов и методов, которые эффективно борются с грызунами. Такая работа проводится регулярно, чтобы предотвратить возможные проблемы и обеспечить комфортное путешествие для всех пассажиров [2].

#### Список использованных источников

1. Метелкин П.В. Разработка суточных план-графиков работы пассажирских технических станций / П.В. Метелкин, Р.Л. Бранзия, С.Е. Коробкин // Вестник транспорта. 2018. № 7. С. 2-9.
2. Панк Р.В. Совершенствование технологии работы ремонтно-экипировочного парка на железнодорожной пассажирской станции // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 4. С. 40-42.

### THE ORDER OF OPERATION OF PASSENGER TECHNICAL STATIONS AND EQUIPMENT OF PASSENGER CARS

*This article describes the work and standard staff of passenger technical stations, as well as the procedure for equipping a passenger car within the framework of TO-1*

**Keywords:** wagon, efficient operation of stations, crew, maintenance, station

УДК 629.45

### ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ В РЕЙС ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА

*Панов Е.И., Хамидуллина Н.Р., Егорова Ю.Н.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описываются основные требования к подготовке пассажирских вагонов к отправке в рейс и список необходимых процессов для проведения технического обслуживания.*

**Ключевые слова:** эксплуатация, безопасность, подготовка, техническое обслуживание.

Эксплуатация пассажирских вагонов является важным аспектом работы железнодорожного транспорта.

Вагоны приписаны к конкретным вагонным депо и являются неотъемлемой частью инвентарного парка этих депо. После завершения рейса, вагоны возвращаются на станцию депо приписки для осмотра и подготовки к следующему рейсу.

Вагоны оборудованы различными встроенными системами, которые не только обеспечивают комфорт и безопасность пассажиров, но и позволяют оперативно проводить техническую диагностику. Это позволяет обнаруживать и исправлять возможные неисправности в ранние сроки.

В связи с сезонными изменениями спроса на перевозки пассажиров, некоторые вагоны могут оставаться неиспользуемыми и храниться в нерабочем парке. Однако это не означает, что вагоны не нуждаются в регулярном обслуживании. При подготовке состава к новому рейсу, необходимо осуществлять экипировку вагонов, включающую заправку водой, топливом и необходимым инвентарем для пассажиров.

Систематическое обслуживание пассажирских вагонов также включает в себя проведение различных санитарных мероприятий. Вагоны регулярно проходят дезинфекцию, дезинсекцию, влажную уборку и дератизацию. Это не только гарантирует сохранность и чистоту внутреннего пространства вагонов, но и предупреждает распространение инфекций и вредителей.

Кроме того, особое внимание уделяется техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования, систем отопления и вентиляции вагонов. Для проведения подобных работ требуется высокая квалификация специалистов и доступ к специализированному оборудованию. Однако техническое обслуживание является неотъемлемой частью общей системы поддержания работоспособности вагонов и их безопасной эксплуатации[1].

Таким образом, техническая эксплуатация пассажирских вагонов требует систематического и комплексного подхода. Это включает не только регулярное обслуживание и ремонт технических систем вагонов, но и подготовку к работе, обеспечение комфорта пассажиров и проведение санитарных мероприятий. Все эти действия направлены на обеспечение безопасности и комфорта пассажиров во время их путешествия на железнодорожном транспорте. Время, необходимое для осмотра, ремонта и экипировки пассажирских поездов различных типов, а также проведение технического обслуживания пассажирских вагонов, регулируется нормативами и технической документацией МГТС России.

Согласно этим документам, каждый тип поезда требует определенного времени на выполнение всех необходимых процедур. Например, поезда дальнего следования, такие как скоростные и экспресс-поезда, требуют более тщательного и детального осмотра, ремонта и экипировки, поскольку они совершают долгие путешествия и передвигаются с высокой скоростью.

Для поездов местного следования, в том числе пригородных и коммунальных поездов, предусмотрено более быстрое и меньшее количество технического обслуживания. Такие поезда осуществляют короткие рейсы и обычно останавливаются на каждой станции, что позволяет проводить необходимые работы на месте.

Что касается пассажирских вагонов, то нормативы предусматривают регулярное и тщательное техническое обслуживание, включая осмотры и ремонт различных систем и механизмов: от электрической проводки и климатического оборудования до систем безопасности, и пассажирского комфорта. Это необходимо для обеспечения безопасности и комфорта пассажиров во время поездки.

Общее время, затрачиваемое на осмотр, ремонт, экипировку и техническое обслуживание пассажирских поездов и вагонов, может быть различным и зависит от множества факторов, включая состояние транспортных средств, наличие неисправностей, доступность необходимых запасных частей и технического персонала.

В целом, соблюдение нормативов и технической документации МГТС России по времени на проведение осмотров, ремонта и экипировки пассажирских поездов и вагонов является обязательным для обеспечения безопасности и качества пассажирского транспорта. Данное регулирование способствует сохранению надежности и функциональности поездов, а также удовлетворению потребностей и комфорту пассажиров во время их путешествий. Процесс экипировки пассажирских вагонов включает обеспечение топливом, одой и инвентарем для обслуживания пассажиров. Этот процесс осуществляется на пунктах формирования и оборота составов, а также на крупных станциях. ТО-1 включает проверку и контроль оборудования. В пунктах формирования выполняется полный список работ по ТО вагонов. Таким образом, экипировка осуществляется перед отправлением в рейс. Санитарная обработка внутренних помещений вагонов является важной процедурой, необходимой для поддержания чистоты и гигиены. Каждый день тысячи пассажиров совершают поездки на поездах, поэтому важно обеспечить оптимальные условия для их комфорта и безопасности.

Процесс санитарной обработки включает в себя несколько этапов. В первую очередь проводится уборка вагона, в ходе которой удаляются мусор, пыль и загрязнения. Важно обратить внимание на все уголки вагона, чтобы исключить наличие временных укрытий для микроорганизмов.

После уборки необходимо проветрить вагон. Это позволяет удалить запахи и обновить воздух в помещении. Проветривание также способствует удалению бактерий и вирусов из воздушной среды. Важно открывать окна и двери на время проветривания, чтобы обеспечить естественный воздушный обмен.

После проветривания проводится катание вагона. Катание – это процесс обработки вагона специальными химическими средствами, которые уничтожают бактерии и вирусы. Это важная мера для предотвращения распространения инфекций среди пассажиров. Катание должно проводиться регулярно и в соответствии с графиком.

Санитарная обработка вагонов играет ключевую роль в поддержании чистоты и гигиены внутри поезда. Она помогает предотвратить распространение инфекций, защитить пассажиров и создать комфортные условия для путешествия. Пассажиры ожидают, что вагоны будут чистыми и безопасными, поэтому санитарная обработка должна быть выполнена профессионально и тщательно.

В заключение, санитарная обработка внутренних помещений вагонов – это важная мера по поддержанию чистоты и гигиены, предотвращению распространения инфекций и обеспечению комфорта пассажиров. Эта процедура должна проводиться регулярно и с особым вниманием к деталям, чтобы обеспечить безопасность и удовлетворение пассажиров. Техническое обслуживание пассажирских составов на железнодорожном транспорте является важной составляющей безопасного и комфортного путешествия. После высадки пассажиров вагоны проходят ряд операций, направленных на поддержание их исправности.

Одной из первоочередных задач является уборка вагонов. Проводится уборка полов, мойка окон, санитарная обработка санузлов и личных отсеков. Также осуществляется замена постельного белья и восполнение запасов основных средств гигиены.

После уборки проводится технический осмотр вагонов. Проверяется исправность электрической проводки, работоспособность освещения, состояние дверей и окон, а также работа отопительной и кондиционерной систем.



В случае обнаружения дефектов или неисправностей, производится ремонт или замена необходимых деталей. Для обслуживания вагонов различных типов требуются специальные знания и навыки. Например, для работы с плацкартными вагонами необходимо иметь опыт работы с кроватями и скамейками, а для обслуживания купейных вагонов - знание системы кондиционирования и работы с электроникой [2].

#### Список использованных источников

1. Пассажирский комплекс железных дорог: электронное учебное пособие / О.Д. Покровская, А.С. Аль-Шумари, Я.В. Кукушкина, Т.М. Шманев. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2023. 59 с.
2. Организация пассажирских перевозок: учебное пособие / А.Г. Котенко, А.П. Бадецкий, А.А. Грачев, Е.А. Макарова, И.Н. Шутов, Я.В. Кукушкина. Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. 83 с.

### THE PROCEDURE FOR PREPARING A PASSENGER CAR FOR A FLIGHT

*This article describes the basic requirements for the preparation of passenger cars for departure and a list of necessary processes for maintenance*

**Keywords:** *operation, safety, preparation, maintenance*

УДК 514

### УРАВНЕНИЯ СВЯЗИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОЙ ЭНЕРГИИ РАНГОВ $n$ И $n+1$

Пастухов Д.Ф.<sup>1</sup>, Пастухов Ю.Ф.<sup>1</sup>, Чернов С.В.<sup>2</sup>, Волосова Н.К.<sup>3</sup>, Волосов К.А.<sup>4</sup>, Волосова А.К.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Беларусь

<sup>2</sup> «Конструкторское бюро «Дисплей», Витебск, Беларусь

<sup>3</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

<sup>4</sup> МИИТ, Москва, Россия

В работе выведена формула связи для обобщенных энергий ранга  $n$  и  $n+1$ . Результаты работы, возможно, могут быть использованы в механике, физике, теоретической физике, электродинамике, робототехнике, теории оптимизации, квантовой механике, физике элементарных частиц, ракетостроении, физике высоких энергий, физике высоких и низких температур, теории гравитации.

**Ключевые слова:** дифференциальная геометрия, гладкое преобразование, гладкие многообразия, расслоения, главное расслоенное пространство, база расслоения, последовательность, геометрические инварианты, дифференциальные инварианты, действие группы на множестве, струя гладкой функции, локальная запись гладкой функции в расслоении, рекуррентная последовательность, рекуррентные уравнения, уравнения связи, полная производная по времени, дифференциал, производная, функции многих переменных, многомерный анализ, касательное расслоение, скорость порядка  $k$ , энергия, импульс, обобщенная энергия, ускорение, обобщенные импульсы, гладкое отображение, слоевые координаты, расслоенное пространство скоростей, присоединенное расслоенное пространство, производная, локальные координаты, гладкая функция, тензор, дифференциально-геометрические структуры, инвариант, экстремум, оптимальность, дифференцируемая структура, тензор энергии-импульса системы, автоматика, робототехника, тензор обобщенного импульса, многомерный обобщенный импульс, элементарные частицы, оптимизация, теория оптимального управления, гравитация, ракетостроение.

Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - бесконечно гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, p}$  - производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от нулевого порядка до порядка  $p$  включительно.

**Определение 1.** Конечное множество (набор, система, последовательность) гладких отображений (функций)  $P_n = \{p_k^i(n)\} = \{p_{k,n}^i\}$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $k = \overline{0, n}$ ,  $i = \overline{1, m}$

$$p_k^i(n) = p_{k,n}^i = \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x^{(p)})}{\partial x^{(l+k)i}} \right) \quad k = \overline{0, n}, i = \overline{1, m}$$

называется обобщенным импульсом ранга  $n$  для функции  $L(x, \dots, x^{(p)})$ . Функция  $p_{k,n}^i$  -  $k$ -ая компонента обобщенного импульса  $P_n$  ранга  $n$  по  $i$ -ой координате (импульс порядка  $k$  ( $k$ -импульсами) по  $i$ -той координате с номером  $i$  импульса  $P_n$   $n$ -ого ранга).

**Определение 2.** Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  -гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, p}$  -производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно. Функция

$$\begin{aligned} H = H_n = H_n(L, x) = H(L, x, n) &= -L(x, x, \dots, x^{(p)}) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i x^{(k)i} = -L(x, x, \dots, x^{(p)}) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i D_t^k x^i = \\ &= -L(x, x, \dots, x^{(p)}) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, x, \dots, x^{(p)})}{\partial x^{(l+k)i}} \right) D_t^k x^i, \quad x^{(k)i} = D_t^k x^i, \end{aligned} \quad (1)$$

$$p_k^i(n) = p_{k,n}^i = \sum_{i=1}^m \sum_{l=0}^{n-k} (-1)^l D_t^l \left( \frac{\partial L(x, \dots, x^{(p)})}{\partial x^{(l+k)i}} \right) \quad k = \overline{0, n}, i = \overline{1, m} \quad (2)$$

В формулах(1),(2)  $D_t^k$  -  $k$ - кратное полное дифференцирование по времени  $t$ , называется (обобщенной) энергией ранга  $n$ .

**Теорема (формула связи энергий ранга  $n$  и  $n+1$ )**

Пусть  $L(x, \dots, x^{(p)})$  - гладкая функция от  $x^i, \dots, x^{(p)i}$   $i = \overline{0, p}$  -производных координат  $x^i$  по времени  $t$  от 0-го до порядка  $p$  включительно. Тогда выполняется соотношение

$$H_{n+1} = H_n + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n (-1)^{n+1-k} \cdot D_t^{n+1-k} \left( \frac{\partial L(x, \dots, x^{(p)})}{\partial x^{(n+1)i}} \right) \cdot x^{(k)i} + \sum_{i=1}^m p_{n+1, n+1}^i \cdot x^{(n+1)i}$$

**Доказательство.**

$$H_{n+1} = H_{n+1}(L, x) = H(L, x, n+1) = -L(x, x, \dots, x^{(p)}) + \sum_{k=1}^{n+1} \sum_{i=1}^m p_{k, n+1}^i x^{(k)i} \quad (3)$$

Учитывая следующее очевидное равенство

$$\sum_{k=1}^{n+1} a_k = \sum_{k=1}^n a_k + a_{n+1} \Rightarrow \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n+1} a_{ik} = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ik} + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ik} + \sum_{i=1}^m a_{i, n+1},$$

преобразуем соотношение(3) к виду:

$$H_{n+1} = H_{n+1}(L, x) = H(L, x, n+1) = -L(x, x, \dots, x^{(p)}) + \sum_{k=1}^{n+1} \sum_{i=1}^m p_{k, n+1}^i x^{(k)i}$$

$$= -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n+1}^i \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{k=n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} = -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n+1}^i \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} \quad (4)$$

Используя формулу связи импульсов одного порядка  $k$  рангов  $n$  и  $n+1$ , получим:

$$p_{k,n+1}^i = p_{k,n}^i + (-1)^{n+1-k} D_t^{n+1-k} \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(n+1)i}} \right), \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{0, n} \quad (5)$$

Подставим (5) в (4):

$$\begin{aligned} H_{n+1} &= -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n+1}^i \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} = -L(x, x, \dots, x) + \\ &+ \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (p_{k,n}^i + (-1)^{n+1-k} D_t^{n+1-k} \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(n+1)i}} \right)) \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} = -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i \overset{(k)i}{x} + \\ &+ \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (-1)^{n+1-k} D_t^{n+1-k} \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(n+1)i}} \right) \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} = H_n + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (-1)^{n+1-k} D_t^{n+1-k} \left( \frac{\partial L(x, \dots, x)}{\partial x^{(n+1)i}} \right) \overset{(k)i}{x} + \sum_{i=1}^m p_{n+1,n+1}^i \overset{(n+1)i}{x} \end{aligned}$$

В последней формуле использовано:  $H_n = H_n(L, x) = H(L, x, n) = -L(x, x, \dots, x) + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_{k,n}^i \overset{(k)i}{x}$

**Теорема доказана.**

#### Список использованных источников

1. Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях / Л.Е. Евтушик [и др.]; Итоги науки и техники. Серия «Проблемы геометрии»: ВИНТИ. 1979. Т. 9. С. 5–246.
2. Пастухов Ю.Ф. Квазилинейность в расслоенных пространствах скоростей конечного порядка -теорема о локальном представлении слоевых координат в виде функциональной квазилинейной комбинации преобразованных координат / Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов, С.В. Чернов, Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 95-6. С. 124-127.
3. Волосова Н.К. Решение интегральных уравнений Фредгольма методом замены интеграла квадратурой с двенадцатым порядком погрешности в матричном виде / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова, М.И. Карлов, Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2022. № 4 (59). С. 9-17.
4. Волосова Н.К. О двух численных алгоритмах для решения конечномерной задачи Лагранжа на экстремум с ограничениями типа равенств / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова, Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов // Учебное пособие для практических занятий по предметам Методы оптимизации и Математическое программирование. М., 2022.
5. Волосова Н.К. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова, М.И. Карлов, Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.

#### COUPLING EQUATIONS FOR GENERALIZED ENERGY RANKS $n$ and $n+1$

*In this paper, a coupling formula is derived for generalized energies of rank  $n$  and  $n+1$ . The results of the work may possibly be in mechanics, physics, theoretical physics, electrodynamics, robotics, optimization theory, quantum mechanics, elementary particle physics, rocket science, high energy physics, high and low temperature physics, gravity theory.*

**Keywords:** *differential geometry, smooth transformation, smooth manifolds, bundles, principal bundle space, bundle base, sequence, geometric invariants, differential invariants, action of a group on a set, jet of a smooth function, local notation of a smooth function in a bundle, recurrent sequence, recurrent equations, coupling equations, total time derivative, differential, derivative, functions of many variables, multidimensional analysis, tangent bundle, order velocity, energy, momentum, generalized energy, acceleration, generalized impulses, smooth*

УДК 517.51, УДК 004.94

## УРОВНИ КВАНТОВАНИЯ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТА С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Пастухов Ю.Ф.<sup>1</sup>, Пастухов Д.Ф.<sup>1</sup>, Чернов С.В.<sup>2</sup>, Пастухов А.Ю.<sup>3</sup>, Волосова А.К.<sup>4</sup>,  
Волосов К.А.<sup>4</sup>, Волосова Н.К.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Полоцк, Беларусь  
<sup>2</sup> «Конструкторское бюро «Дисплей», Витебск, Беларусь

<sup>3</sup> Витебский государственный университет имени П.М. Машиерова, Витебск, Беларусь

<sup>4</sup> МИИТ, Москва, Россия

<sup>5</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Представлены уровни квантования для распределения Студента с двумя степенями свободы кусочно-постоянными функциями (ступеньками) на фиксированном сегменте.

**Ключевые слова:** критическая точка, точка экстремума, система уравнений для определения точек экстремума, интегральное уравнение, численное интегрирование численные методы, методы вычисления с высокой степенью точности, система дифференциальных уравнений для определения точек экстремума, квадратурные формулы.

**Введение** В работе найдены уровни квантования для распределения Студента с двумя степенями свободы. Для этого был использован алгоритм нахождения наилучшего приближения плотности распределения Студента с двумя степенями свободы ступенчатыми ступеньками (кусочно-постоянными функциями на заданном сегменте, в качестве метрики была выбрана метрика квадратичного отклонения.

**Уровни квантования плотности двухстепенного распределения Студента в метрике квадратичного отклонения**

*Определение.* Пусть  $n \in \mathbb{N}$ . Отображение  $f_n : [a; b] \rightarrow \mathfrak{R}$  ( $a < b$ ) называется  $n$ -ступенькой ( $n$ -кусочно- постоянным) на сегменте  $[a, b]$ , если  $\exists x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1}$  такие что:

$$x_0 = a < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < b = x_n,$$

$$f_n(x) = c_i = \text{const} \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i),$$

$$f_n(x_i) = c_i \text{ или } f_n(x_i) = c_{i+1}, \quad c_i \neq c_{i+1}, \quad \forall i = \overline{1, n-1}.$$

Для  $n+1$  ненулевой ступени система уравнений для определения условия экстремума рассматриваемой задачи примет следующий вид :

$$\begin{cases} f(B_i) = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}), \quad i = \overline{1, n} \\ \int_{B_{j-1}}^{B_j} f(x) dx = C_j(B_j - B_{j-1}), \quad j = \overline{1, n+1} \end{cases} \quad (3)$$

То есть система уравнений (3) содержит  $2n+1$  уравнений и  $2n+1$  неизвестных.

На рисунках ниже представлены примеры квантования функции плотности распределения Студента с двумя степенями свободы

$$y = f(x, n) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{n\pi}\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)\left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{\frac{n+1}{2}}} = (\text{при } n = 2 \text{ степени свободы}) = \frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{\sqrt{2\pi}\Gamma\left(\frac{2}{2}\right)\left(1 + \frac{x^2}{2}\right)^{\frac{2+1}{2}}} = \frac{1}{(2+x^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ при}$$

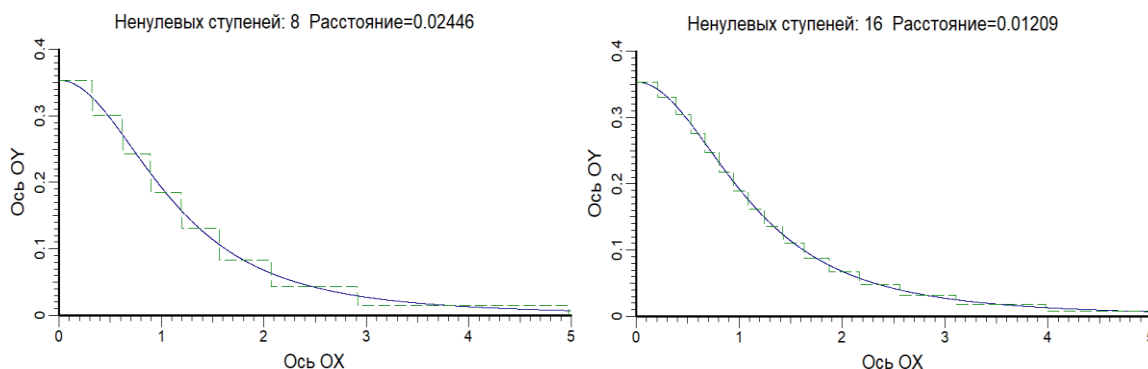
Ниже на рисунке 1 представлен работа программы для определения уровней квантования функции плотности Студента с двумя степенями свободы для числа ступеней равного  $m=8$  (соответственно уровней будет 16)

```

Начало работы программы:
Время : Год:2023 мес:5 дней:9 час:18 мин:47 сек:14 .
Прогресс: 100.0000 % Осталось: сут: 0 час: 0 мин: 0 секунд: 0 .
Время : Год:2023 мес:5 дней:9 час:18 мин:47 сек:16 .
Оценка приближения к решению - 5.982437473808313E-004
Вывод уровней квантования :
X( 1 ) = 1.490116119384766E-008
X( 2 ) = 0.3258000000000000
X( 3 ) = 0.475813749990227
X( 4 ) = 0.6194999999999987
X( 5 ) = 0.756495568214789
X( 6 ) = 0.8944999999999957
X( 7 ) = 1.04220813395974
X( 8 ) = 1.195499999999992
X( 9 ) = 1.37359167259894
X( 10 ) = 1.563499999999988
X( 11 ) = 1.80494892712569
X( 12 ) = 2.071499999999986
X( 13 ) = 2.45918838336808
X( 14 ) = 2.912500000000014
X( 15 ) = 3.78817687188299
X( 16 ) = 4.971499999999996
Ошибка(квадрат расстояния)-интеграл квадрата разности f(x) и ступенчатой функции
= 5.982437473808313E-004
Расстояние = 2.445902170934495E-002
    
```

Рисунок 1 – Уровни квантования для числа ступеней  $m=8$

Далее на рисунке 2 представлены графические результаты работы программы для количества ступеней равного 8,16 (и расстояния в среднеквадратичной метрике)



а) для  $m=8$ ; б) для  $m=16$

Рисунок 2 – Графики для уровней квантования

#### Список использованных источников

1. Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф., Басараб М.А. Сборник статей по гидродинамике. М., 2023. (2-е издание)
2. Волосова Н.К. Обобщение метода Петрова-Галеркина для решения системы интегральных уравнений Фредгольма второго рода / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова, М.И. Карлов, Д.Ф. Пастухов, Ю.Ф. Пастухов // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2023. № 1 (60). С. 5-14.
3. Пастухов Ю.Ф. Квазилинейность в расслоенных пространствах скоростей конечного порядка – теорема о локальном представлении слоевых координат в виде функциональной квазилинейной комбинации преобразованных / Ю.Ф. Пастухов, Д.Ф. Пастухов, С.В. Чернов // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 6 (95). С. 124 – 127.
4. О двух численных алгоритмах для решения конечномерной задачи Лагранжа на экстремум с ограничениями типа равенств: учеб. пособие для практических занятий по предметам «Методы оптимизации» и «Математическое программирование» (1-е издание) / Н.К. Волосова, К.А. Волосов, А.К. Волосова [и др.]. М., 2022. 33 с.

### CALCULATION OF QUANTIZATION LEVELS FOR A TWO-STEP STUDENT DISTRIBUTION (WITH TWO DEGREES OF FREEDOM)

*A method for finding quantization levels for the distribution of a Student with two degrees of freedom piecewise constant (steps) on a fixed segment is presented.*

**Keywords:** *critical point, extremum point, system of equations for determining extremum points, integral equation, numerical integration, numerical methods, methods of calculation*

*with a high degree of accuracy, system of differential equations for determining extremum points, quadrature formulas.*

УДК 656.073.26

## **ВОПРОСЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СКОРОСТНЫХ И ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

*Петренива Е.А.*

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»,  
Новосибирск, Россия*

*Рассмотрена проблема организации скоростных и высокоскоростных перевозок грузов железнодорожным транспортом, обосновано использование специализированной инфраструктуры и подвижного состава при реализации проектов скоростных и высокоскоростных грузовых перевозок, а, учитывая имеющийся потенциал для развития подобных технологий в России, подтверждается актуальность разрабатываемой темы.*

**Ключевые слова:** *скоростное движение, высокоскоростной поезд, экспресс-грузы, контейнеры, контейнерный терминал.*

Развитие транспортных систем показывает явно выраженную тенденцию к увеличению скоростей движения. С начала XXI века в ряде промышленно и экономически развитых стран произошли существенные изменения в структуре железнодорожного транспорта. Начавшиеся существенно раньше изменения структуры перевозок, в результате которых во многих странах стали преобладать пассажирские железнодорожные перевозки, в ряде случаев перешло к переходу количественных изменений в качественные: стали создаваться отдельные специализированные линии высокоскоростного движения поездов. Отдельные страны при этом уже имеют достаточно развитые сети высокоскоростных железнодорожных магистралей (ВСМ). Крупнейшая такая сеть создана за последние 20 лет в КНР, довольно крупные национальные сети специализированных ВСМ имеются в Японии (первая страна, создавшая высокоскоростную железнодорожную сеть), Испании. Отдельные линии ВСМ ряда крупных и мелких Европейских стран фактически объединены в общеевропейскую сеть. Таким образом, к началу 2020-х гг. в некоторых регионах мира сложились железнодорожные транспортные системы нового вида – сети высокоскоростных железных дорог для перевозки пассажиров.

Далее, на основе накопленного опыта высокоскоростных пассажирских перевозок, проявилась новая тенденция – попытки использования железнодорожных линий высокоскоростного движения для перевозки не только пассажиров, но и грузов. С учетом специфики высоких скоростей, в данном случае речь идет о легковесных и малогабаритных грузах. Прежде всего, о товарах народного потребления (электронике, бытовой технике и т.п.), грузопотоки которых стали динамично расти в связи с развитием интернет-торговли [1].

Первый успешный опыт в области высокоскоростных железнодорожных перевозок был получен в 2020 г. КНР, где на первом этапе пошли по пути адаптации пассажирских высокоскоростных поездов под перевозку легковесных грузов в специализированных контейнерах. В настоящее время ведутся работы по созданию системы высокоскоростных железнодорожных грузовых перевозок, элементами которой являются подвижной состав, транспортная тара, инфраструктура железнодорожных линий, терминально-складское хозяйство [2].

Учитывая тренды на увеличение скоростей доставки грузов, а также новый мировой уровень возможностей по созданию инфраструктуры и подвижного состава для высокоскоростного движения, можно предположить, что в России также имеется потенциал для развития подобных технологий, что указывает на актуальность разрабатываемой темы.

Создание скоростных и высокоскоростных магистралей «сокращает расстояния», что особенно важно с учётом размеров территории России. А разработка, с учётом мирового опыта, отечественных конструктивно-технологических решений, направленных на создание системы высокоскоростных железнодорожных грузовых перевозок, может перевести железнодорожные перевозки на качественно новый уровень.

Сейчас на территории России преобладает железнодорожная сеть классического типа – существующая стандартная сеть и смешанные перевозки с организацией движения по одной и той же инфраструктуре обычных грузовых и пассажирских поездов. Для высокоскоростного грузового подвижного состава необходима либо модернизация уже существующих железнодорожных линий, либо создание специализированных железнодорожных линий, по которым будет перемещаться строго высокоскоростной подвижной состав, как для пассажиров, так и для грузов определенного сегмента (рисунок 1) [3].

Для развития таких сетей в недалеком будущем необходимо наметить перспективы специализации железнодорожных сетей и магистральных линий уже сейчас. Географическое положение России и уровень ее транспортной инфраструктуры позволили бы ей выйти на рынки международных перевозок с предложением достаточно привлекательных транзитных ресурсов, которые отвечают самым современным требованиям.

Высокоскоростные грузовые поезда обеспечат достаточно быструю доставку экспресс-грузов в весьма значительных объемах. Перевозка грузов высокоскоростными грузовыми поездами обеспечит значительно меньший срок доставки по сравнению с перевозкой автотранспортом и может составить конкуренцию грузовым авиаперевозкам; такие поезда составят незначительную долю в общем объеме ускоренных грузовых перевозок по железнодорожной сети.

В настоящее время наблюдается интенсивный рост объемов рынка интернет-торговли, особенно по направлению Восток-Запад-Восток. С ускорением роста увеличиваются и объемы перевозимых грузов соответственно, порой которые могут в несколько раз превышать объемы, перевозимые автомобильным или воздушным видами транспорта. К тому же у населения появляется потребность в более быстрой и надежной доставке мелких, срочных, дорогих и других грузов. Помимо прочего, железнодорожный транспорт имеет значительную провозную способность и является наиболее пунктуальным в сравнении с другими видами транспорта, что влечет к потребности организации высокоскоростных внутренних железнодорожных перевозок в России и международном сообщении.

Для организации высокоскоростных перевозок грузов железнодорожным транспортом целесообразно сохранить концепцию контейнерных перевозок, однако можно предположить расширение линейки типоразмеров контейнеров в связи с другими параметрами подвижного состава для высокоскоростных перевозок [4].

Для достижения максимально возможного эффекта от высокоскоростного грузового железнодорожного движения, а именно для увеличения пропускной и провозной способности и, как следствие, скорости доставки грузов, необходима специализация транспортной системы. То есть создание такой транспортной системы требует использования определенной транспортной инфраструктуры, железнодорожной сети и специального или, как минимум, модифицированного подвижного состава.

Необходимо определить возможности и способы осуществления разработки специализированной транспортной инфраструктуры.



Рисунок 1 – Классификация грузовых поездов повышенной скорости и соответствующей инфраструктуры железнодорожных линий

В действительности прослеживается образование новой ниши транспортно-логистического рынка, в т. ч. транспортных услуг (высокоскоростные перевозки грузов), и для участия в нем необходимо соответствующее развитие как транспортной инфраструктуры, так и технологий. И железнодорожный транспорт России может сыграть основную роль в решении этой задачи.

Такой зарождающийся в настоящее время сегмент транспортно-логистического рынка, как высокоскоростные железнодорожные перевозки экспресс-грузов, пока недостаточно изучен и требует решения комплекса вопросов в отношении основных структурно-технологических элементов транспортной системы: подвижного состава, инфраструктуры и технологии перевозок.

Следовательно, высокоскоростные железнодорожные перевозки имеют существенное преимущество, как перед автомобильным, так и перед воздушным транспортом. Также перевозка грузов, требующих срочной доставки, обеспечит не только высокую скорость и надежность доставки. Железнодорожный транспорт, особенно при использовании специализированных магистралей, имеет весьма высокую провозную способность, что будет способствовать развитию рынка таких перевозок в целом.

#### Список использованных источников

1. Гришкова Д.Ю. Анализ показателей эффективности использования подвижного состава и транспортных модулей методом «идеальной точки» при контейнерных и контрейлерных перевозках / Д.Ю. Гришкова, Д.А. Басманов // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2023. № 1(34). С. 58-63.
2. Свешникова Ю.С. Изучение конструктивных и технических особенностей подвижного состава, исследование инфраструктуры для скоростного и высокоскоростного грузового движения / Ю.С. Свешникова, С.В. Карасев // Интеллектуальный потенциал Сибири: 30-я Региональная научная студенческая конференция. Материалы конференции: в 4 частях, Новосибирск, 23–27 мая 2022 года. Ч. 3. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. С. 171-174.



3. Формирование узловых мультимодальных транспортно-логистических центров / С.Э. Ольховиков, Е.А. Петренева, И.Н. Кагадий, О.Б. Шерстобитова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2023. № 1(89). С. 106-118.

4. Грешенштейн А.П. Обзор средств обеспечения приоритетных условий движения общественного транспорта на перекрестках / А.П. Грешенштейн, Е.В. Журина, Е.А. Петренева // Политранспортные системы: материалы XII Международной научно-технической конференции. В 3-х частях, Новосибирск, 21–22 сентября 2022 года. Ч. 3. Новосибирск: СГУПС, 2022. С. 217-223.

### **ISSUES OF LONG-TERM DEVELOPMENT OF RAILWAY HIGH-SPEED AND HIGH-SPEED CARGO TRANSPORTATION**

*The problem of organizing high-speed and high-speed cargo transportation by rail is considered, the use of specialized infrastructure and rolling stock in the implementation of rapid and high-speed freight transportation projects is justified, and, given the existing potential for the development of such technologies in Russia, the relevance of the topic being developed is confirmed.*

**Keywords:** *high-speed traffic, high-speed train, express cargo, containers, container terminal*

УДК 621.43

### **СОВРЕМЕННЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Пинчук А.Р., Болдин С.В.*

*Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»  
в г. Нижнем Новгороде, Нижний Новгород, Россия*

*В статье описываются преимущества, недостатки и принцип работы ультразвуковых дефектоскопов на железной дороге. Особое внимание уделено ультразвуковому дефектоскопу УДС2-РДМ-24 – современный прибор на данный момент. Также дается сравнение УДС2-РДМ-24 с его аналогами.*

*В данной статье рассматриваются современные ультразвуковые дефектоскопы, используемые на железнодорожном транспорте для обнаружения дефектов в рельсах и других элементах инфраструктуры. Обсуждается принцип работы ультразвуковых дефектоскопов, их основные функции и возможности, а также преимущества перед другими методами диагностики.*

*Ультразвуковые дефектоскопы являются важным инструментом для обеспечения безопасности движения поездов и продления срока службы железнодорожного оборудования. Они позволяют обнаруживать скрытые дефекты, такие как трещины, расслоения и коррозию, которые могут привести к серьезным авариям или преждевременному износу.*

*Современные ультразвуковые дефектоскопы обладают высокой точностью и чувствительностью, что позволяет обнаруживать даже самые мелкие дефекты. Они также могут работать в различных условиях, включая высокие и низкие температуры, влажность и вибрацию.*

*В статье представлены популярные модели, а именно УДС2-РДМ-24.*

**Ключевые слова:** *Современные ультразвуковые дефектоскопы, железнодорожный транспорт, ГЛОНАСС, дефекты, рельсы, точность, безопасность движения поездов.*

При регулярной эксплуатации железнодорожных путей, верхнее строение пути подвергается износу, а рельсы работают на сопротивление и температурные напряжения, что может привести к излому рельсов. Визуально определить место дефекта в рельсе

невозможно, поэтому специалисты полагаются на ультразвуковую дефектоскопию, которая позволяет обнаруживать скрытые дефекты и предупреждать их излом. Существуют различные методы неразрушающего контроля, использующие импульсы ультразвуковых колебаний для обнаружения дефектов в металлических изделиях. Один из таких методов, ультразвуковая дефектоскопия, регулярно используется на железнодорожном транспорте и позволяет достоверно и быстро определить дефекты в рельсах.

Преимущества:

1. Отсутствие повреждений и нарушений целостности на исследуемом образце;
2. Высокая достоверность при низкой цене;
3. Возможность исследования в любое время года.
4. Высокая точность и скорость исследования
5. Безопасность для человека (в отличие, к примеру, от рентгеновской дефектоскопии);
6. При проведении УЗК исследуемый объект не повреждается.

Недостатки:

1. При ультразвуковой дефектоскопии размер дефекта определяется его отражательной способностью, что не позволяет точно определить его реальные размеры. Некоторые дефекты также могут быть трудно обнаружить ультразвуковым методом, особенно если они имеют сложную форму. Кроме того, ультразвуковой контроль не всегда может однозначно идентифицировать тип дефекта (например, шлаковое включение, пора, вольфрамовое включение и т.д.), в отличие от радиографического контроля.

2. При ультразвуковом контроле металлов с крупнозернистой структурой возникают трудности из-за большого рассеяния и сильного затухания ультразвука.

3. Перед ультразвуковым контролем необходимо подготовить поверхность, очистив ее от загрязнений, окалины, ржавчины, брызг расплавленного металла и создав необходимую шероховатость ( $R_z$  не хуже 40) и волнистость не более 0.015. Важно устранить даже небольшие воздушные зазоры между пьезоэлектропреобразователем (ПЭП) и изделием, так как они могут помешать распространению ультразвуковых волн.

4. Перед проведением контроля необходимо нанести контактные жидкости (гели, глицерин, машинное масло и др.) на зачищенный участок контролируемого изделия для обеспечения стабильного акустического контакта.

Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-24 - это один из современных ультразвуковых дефектоскопов, применяемых на железнодорожных путях [1].

Он предназначен для обнаружения, регистрации и расшифровки сигналов от дефектов в рельсах железнодорожных путей с шириной колеи от 990 до 1550 мм, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельсов.

В дефектоскопе при сплошном контроле рельса, реализована возможность вывести на экран электронного блока вместе с мнемосхемой канала развертку типа А активизированного канала или развертку типа Б всех каналов в реальном масштабе времени. При сплошном контроле предусмотрено использование усовершенствованной схемы прозвучивания с применением 28-канальной последовательно-параллельной системы возбуждения и приема ультразвуковых колебаний, обеспечивающей обнаружение различно-ориентированных дефектов за один проход контролируемого участка, а также контроль наличия акустического контакта в каждом канале.

Дефектоскоп оснащен специализированным координатным устройством, которое позволяет проводить дополнительный контроль с помощью ручного пьезоэлектрического преобразователя. Это позволяет получить протокол контроля в виде проекции на

плоскость сканирования (дефектограмму) проконтролированного участка рельса. Прибор автоматически определяет условные размеры и отображает протокол на экране дефектоскопа и на компьютере.

Использование в дефектоскопе системы глобального позиционирования ГЛОНАСС/GPS позволяет определить и фиксировать координаты местоположения дефектоскопа в пути.

### Поверка

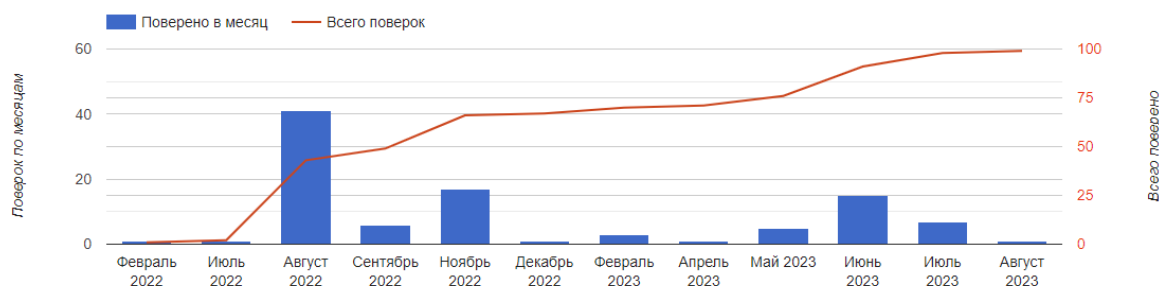


Рисунок 1 – Статистика проверок дефектоскопов

Поверитель – ООО НТЦ «РДМ-ВИГОР», г. Брянск (рис.1)

Принцип действия дефектоскопов основан на эхо-методе, зеркальном методе и зеркально-теневом методе неразрушающего контроля.

Пьезоэлектрический преобразователь дефектоскопа создает ультразвуковые колебания, которые распространяются в исследуемом объекте, отражаются от границы дефекта или от граней объекта и возвращаются обратно. Преобразователь преобразует возвращенный сигнал в электрический, который затем усиливается и преобразуется в цифровой вид. Микропроцессор обрабатывает полученный сигнал и отображает его на экране дефектоскопа в виде графика и цифр[2].

Основные компоненты дефектоскопа включают электронный блок, тележку дефектоскопа, акустические блоки, выносные пульты и координатное устройство.

Общий вид дефектоскопов представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Общий вид дефектоскопа

Программное обеспечение.

Программное обеспечение (ПО), входящее в состав дефектоскопов, позволяет выполнять изменение настроек контроля, отображать результаты контроля на экране дефектоскопа, сохранять результаты контроля, выводить сохраненные результаты контроля на экран дефектоскопа или персональный компьютер, осуществлять передачу данных на USB-накопитель.

Уровень защиты ПО «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

В числе основных отличий дефектоскопа от его ближайших аналогов стоит отметить:

1. Использование в режиме сплошного контроля 14-канальной последовательно-параллельной системы возбуждения и приема ультразвуковых колебаний, обеспечивающей обнаружение различно ориентированных дефектов;
2. Повышенную достоверность контроля рельсов, профиль головки которых отклоняется от стандартов;
3. Наличие специализированного координатного устройства для проведения уточняющего контроля с записью протокола в память;
4. Возможность передачи записанных данных на центральный диспетчерский пульт посредством системы глобального позиционирования GPS(ГЛОНАСС);
5. Наличие голосового оповещения с указанием причины, требующей повышенного внимания при контроле;
6. Использование существующей методики контроля элементов стрелочных переводов, занесенной в программу дефектоскопа.

#### Список использованных источников

1. Новейшая техника для дефектоскопии рельсов// «ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» № 3 (34) 2011 С. 39.
2. ТУ 26.51.66.121-024-03327411-2017 Дефектоскоп ультразвуковой УДС2-РДМ-24.// Нормативный и технический документы, устанавливающие требования к дефектоскопам ультразвуковым УДС2-РДМ-24.

#### MODERN ULTRASONIC FECTOSCOPE IN RAILWAY TRANSPORT

*The article describes the advantages, disadvantages and principle of operation of ultrasonic flaw detectors on the railway. Special attention is paid to the ultrasonic flaw detector UDS2-RDM-24 – a modern device at the moment. A comparison of UDS2-RDM-24 with its analogues is also given.*

*This article discusses modern ultrasonic flaw detectors used in railway transport to detect defects in rails and other infrastructure elements. The principle of operation of ultrasonic flaw detectors, their main functions and capabilities, as well as advantages over other diagnostic methods are discussed.*

*Ultrasonic flaw detectors are an important tool for ensuring the safety of train traffic and extending the service life of railway equipment. They allow you to detect hidden defects, such as cracks, delaminations and corrosion, which can lead to serious accidents or premature wear.*

*Modern ultrasonic flaw detectors have high accuracy and sensitivity, which makes it possible to detect even the smallest defects. They can also operate in a variety of conditions, including high and low temperatures, humidity and vibration.*

*The article presents popular models, namely UDS2-RDM-24.*

**Keywords:** *Modern ultrasonic flaw detectors, railway transport, GLONASS, defects, rails, accuracy, train safety.*

УДК 621.436

#### ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИИ ЛОКОМОТИВОВ

*Половова Е.А., Петухов С.А.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье описаны цифровые решения и особенности их применения для определения основных технико-экономических параметров локомотивов. Приведена схема*

*взаимодействия производственных процессов, организация работ эксплуатации и ремонта локомотивов с применением цифровых технологий.*

**Ключевые слова:** *цифровые технологии, локомотивный комплекс, предиктивная аналитика, сервисное обслуживание.*

В настоящее время вектор «философии» эксплуатации и технического обслуживания локомотивов направлен в сторону цифровой трансформации, которая охватывает проекты «Цифровое депо» и «Умный локомотив». Задача этих проектов – обеспечить переход от планово-предупредительной системы ремонта к системе ремонта по техническому состоянию [1,2].

Основным направлением локомотивного комплекса ОАО «РЖД» в рамках внедрения комплекса цифровых решений является повышение эксплуатационной надежности и производительности локомотивов.

Для этого создаются автоматизированные системы контроля качества ремонта и технического обслуживания локомотивов, а также информационно-измерительные системы качества основного и вспомогательного оборудования локомотивов [3,4].

Комплекс цифровых решений, объединяющих «Цифровое депо» и «Умный локомотив», которые направлены на повышение эксплуатационной надежности и производительности локомотивов, включает в себя следующие технологии:

- «Big Data» - большие данные. В результате применения этой технологии выстраивается цифровой двойник локомотива на основе накопленного массива данных о его техническом состоянии, а также о показателях выполненной эксплуатационной работы и анализа режимов ведения поезда. В результате накопленных данных на основании прогнозной аналитики формируются будущие модели технического состояния локомотивов.

- «цифровой двойник». Применение этой технологии позволяет в режиме реального прогнозировать время выдачи локомотива под поезд. В результате накопленных данных на основе статистики технического обслуживания и ремонта локомотивов деповыми средствами диагностики происходит формирование сетевого графика ремонта локомотива. При этом учитываются значения параметров диагностической карты конкретного локомотива, что позволяет моделировать процесс его технического обслуживания и ремонта.

- «Блокчейн» – смарт-контракт. Представляет собой компьютерный алгоритм, обеспечивающий формирование, управление информации и ее предоставление представителям сервисного обслуживания локомотивов и эксплуатации для заключения контракта. Необходимые данные для предоставления отчетов берутся из «Доверенной среды локомотивного комплекса», которая представляет единую базу данных. Такой механизм обмена данными позволяет исключить в работе человеческий фактор. Формирование отчетных документов происходит автоматически в соответствии с алгоритмом смарт-контракта. Целью такой цифровой технологии является прозрачность и точность предоставленных данных для составления финансовых документов.

- RFID-технологии (радиочастотной идентификации) позволяет идентифицировать локомотив, колесные пары, тяговые электродвигатели и определяет износ тормозных колодок.

В 2014 году, согласно международной практике, произошло реформирование локомотивного комплекса в виде разделения на две составляющие – эксплуатацию и ремонт. В результате, локомотиворемонтный комплекс перешел на полное сервисное обслуживание компаниями «ТМХ-Сервис» и «СТМ-Сервис», которые несут ответственность и отвечают за техническое состояние локомотивов в ОАО «РЖД» [5].

В результате перехода к сервисному обслуживанию структура локомотивного комплекса изменилась и приобрела следующий вид (рисунок 1) [2].

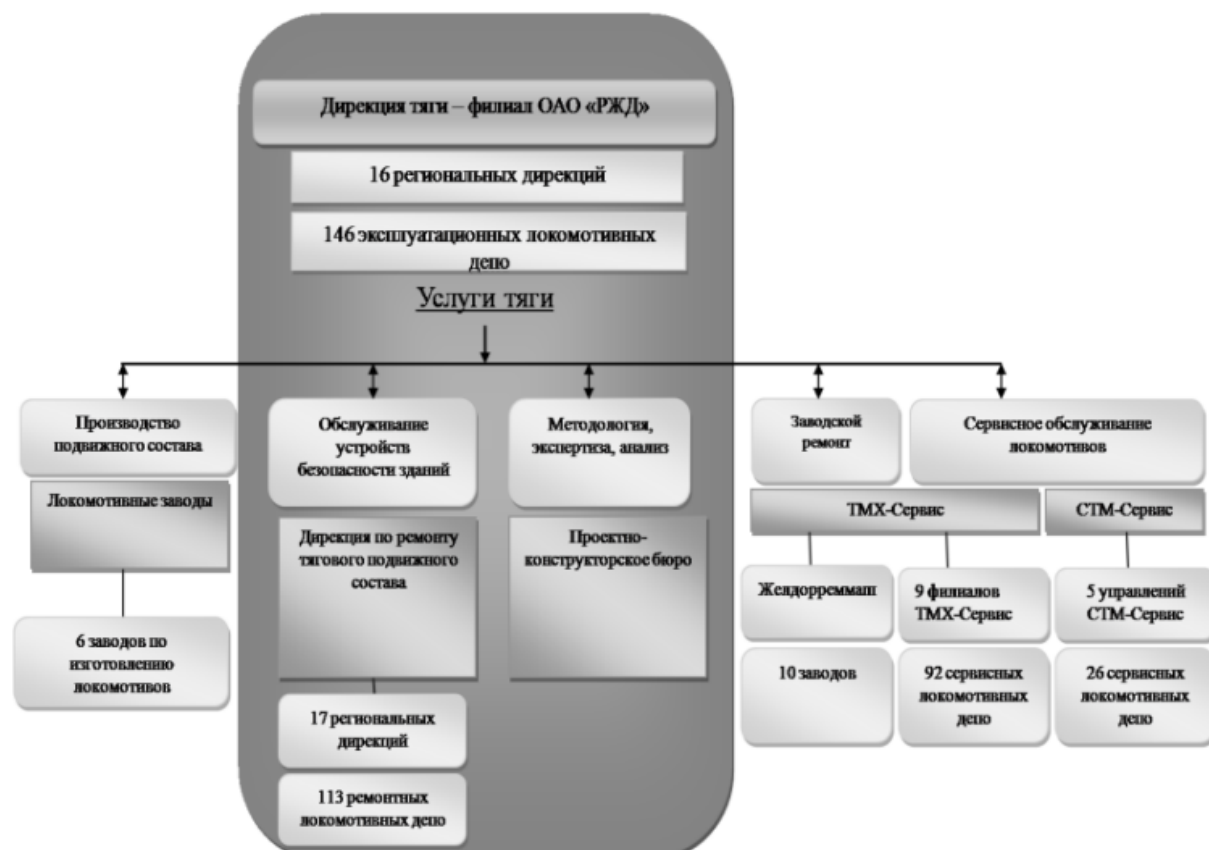


Рисунок 1 – Общая структура локомотивного комплекса

В рамках цифровой трансформации локомотивное депо планирует свою деятельность задолго до прихода локомотива. Информация с бортовых систем в сочетании с предиктивной аналитикой позволяет оценить техническое состояние локомотива (рис. 2).

Микропроцессорные системы управления (МСУ) оценивают техническое состояние 50 – 60% основного и вспомогательного оборудования локомотивов в эксплуатации [6]. В сервисных депо для оценки технического состояния локомотивов применяются стационарные и переносные диагностические комплексы. Результаты оценок технического состояния локомотивов депо-ских диагностических комплексов хранятся в базе данных электронного журнала учетной формы ТУ28Э автоматизированной системы управления «Сетевой график» (АСУ СГ).

На подъезде к депо интеллектуальная рамка идентифицирует локомотив, колесные пары, тяговые электродвигатели и определяет износ тормозных колодок. При приемке локомотива сотрудники депо фиксируют все неисправности с помощью мобильных устройств. На основе этих данных назначаются работы и исполнители в соответствии с квалификацией и присутствием на смене. Информацию о явке обеспечивает система биометрической идентификации. Обслуживание локомотива производится одновременно на универсальной ремонтной позиции, оснащённой оборудованием с функцией передачи данных о замерах. Измерение профиля бандажа колесной пары осуществляется с помощью цифрового лазерного профилометра. Результаты замеров позволяют определить момент обточки, прогнозировать остаточный ресурс и планировать резервный фонд.



Рисунок 2 – Источники информации о техническом состоянии локомотивов

Автоматизированная система вертикального хранения, расположенная рядом с ремонтной позицией, дает возможность оперативно получать дополнительно запасные части и материалы информация с оборудования и устройств передается в единую интеграционную платформу. Она является ключевым элементом цифрового депо, обеспечивающим всех цифровых решений и информационных систем. Все данные о ходе ремонта обрабатываются в центре поддержки принятия решений и доступны для различных уровней пользователей. За счет интеграции данных формируется обратная связь с разработкой и производством, что улучшает эксплуатационные характеристики локомотивов. Совместный проект сервисных смарт-контрактов ОАО «РЖД» и «ЛокоТех» позволит записывать все данные по эксплуатации и обслуживанию локомотива в Блокчейн.

Технология гарантирует единую методику обработки данных до записи. Это исключает разногласия при определении стоимости сервисного обслуживания и ускоряет взаиморасчеты. Комплекс цифровых решений в локомотивном комплексе позволяет повысить качество работ, сократить трудозатраты и время простоя локомотива в депо.

#### Список использованных источников

1. Михальчук Н.Л. О направлениях цифровой трансформации в локомотивном комплексе // Железнодорожный транспорт. 2019. № 5. С. 35-38.
2. Пыжьянов Н.И. На пути к качественному сервисному обслуживанию локомотивного парка (отечественный и зарубежный опыт) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2016. Том 8. №3.
3. Курманова Л.С. Автоматизированная система контроля качества ремонта и технического обслуживания локомотивов / Л.С. Курманова, С.А. Петухов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 23–24 апреля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 74-77.
4. Петухов С.А. Информационно-измерительная система качества моторного масла дизелей тепловозов / С.А. Петухов Л.С. Курманова, Д.С. Чинченко // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 127-129.
5. Автоматизированная система управления надежностью локомотивов. ООО «ТМХ-Сервис». М., 2012.
6. Петухов С.А., Росляков А.Д., Курманова Л.С., Карпенко М.Ю. Совершенствование автоматизированных систем регистрации параметров работы автономных локомотивов // Известия Транссиба. 2022. № 1(49). С. 11-22.

## DIGITAL SOLUTIONS FOR THE OPERATION AND MAINTENANCE OF LOCOMOTIVES

*The article describes digital solutions and features of their application to determine the main technical and economic parameters of locomotives. The scheme of interaction of production processes, the organization of works of operation and repair of locomotives with the use of digital technologies is given.*

**Keywords:** *digital technologies, locomotive complex, predictive analytics, service maintenance.*

УДК 656.13

## УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ УСТРАНЕНИЯ ЭФФЕКТА «FISH TAIL» ПРИ БУКСИРОВКЕ КАРАВАНОВ СО СМЕЩЕННОЙ ОСЬЮ

*Соколовский А.Я., Соколовская Е.А.*

*ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
Институт транспорта и логистики, Луганск, Россия*

*В статье представлены результаты и анализ стендовых исследований влияния вертикальной нагрузки на шар фаркопа. Проанализированы причины возникновения эффекта маятника (влияние прицепа из стороны в сторону) при буксировке каравана и даны рекомендации по предотвращению его возникновения с целью обеспечения безопасности движения на дорогах. Основное внимание уделено фаркопам американского типа.*

**Ключевые слова:** *тягово-цепное устройство, буксировка прицепа, шар фаркопа, караван, эффект маятника, «fish tail», нагрузка на шар фаркопа.*

**Введение (постановка проблемы).** В ЛНР автомобильный туризм в большей степени является инновационным. В последнее время наблюдается повышенный интерес к автомобильному туризму. Среди активных видов туризма автомобильный – является самым комфортным. Многие автотуристы задумываются об аренде или приобретении собственного дома на колесах.

Среди недостаточно опытных автомобилистов бытует мнение, что фаркоп это простое устройство и подходит на любой автомобиль. Это чистой воды заблуждение. Фаркоп (тягово-цепное устройство) предназначенное для буксировки прицепов транспортным средством (тягачом). Для каждого автомобиля тягово-цепное устройство подбирается индивидуально.

При выборе тягово-цепного устройства автомобилисту следует обратить внимание на два фактора (характеристики) фаркопа:

1. Нагрузка на шар фаркопа (тяговое усилие) – масса прицепа (каравана) с грузом, которую фаркоп может буксировать за тягачом;
2. Вертикальная нагрузка на шар фаркопа – максимально допустимая нагрузка (масса), передаваемая от дышла на шар фаркопа в вертикальной плоскости.

Необходимо твердо усвоить показатель вертикальная нагрузка на шар фаркопа не прихоть производителя. Вертикальная нагрузка непосредственно влияет на безопасность движения при буксировке. Игнорирование требований вертикальной нагрузки — это создание потенциально опасной ситуации на дороге, что может привести к катастрофическим последствиям (рисунок 1).





Рисунок 1 – ДТП из-за возникшего эффекта маятника

При движении автопоезда во время обгона караван стал вилять из стороны в сторону. Возник эффект маятника или “fish tail”. Автопоезд стал неуправляем. В результате – катастрофа.

**Материалы и результаты исследований.** Для того, чтобы повысить устойчивость прицепа на дороге и убрать эффект маятника, так называемый “fish tail” (рыбий хвост) американские производители смещают оси прицепа немного назад (рисунок 2).

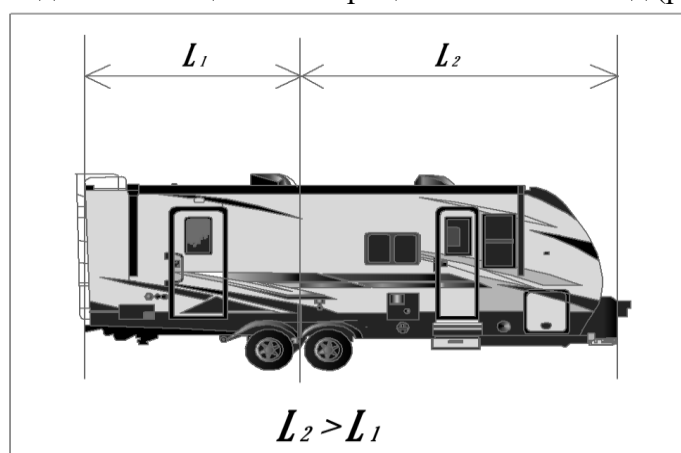


Рисунок 2 – Караван американского типа со смещенными осями назад

Как видно из рисунка 2 расстояние  $L_2$  – передняя часть прицепа больше чем расстояние  $L_1$  – задняя часть прицепа ( $L_1 > L_2$ ).

При такой конфигурации безопасную скорость сцепки можно повысить на 40-50 %. При 140 км/час прицеп ведет себя устойчиво.

Необходимо отметить, смещая оси прицепа назад увеличивается нагрузка на шар фаркопа тягача. Чем больше расстояние от оси, тем больше нагрузка на шар фаркопа.

Нагрузка на шар фаркопа автомобиля важнейшая техническая характеристика, которую ни в коем случае нельзя игнорировать при выборе прицепа. Она напрямую влияет на безопасность движения.

При выборе прицепа со смещенной осью необходимо знать с какой нагрузкой ( $G$ ) его сцепное устройство давит на шар фаркопа тягача при условии полной загрузки прицепа (каравана). Этот параметр указывается производителем в спецификации прицепа.

Фаркопы автомобиля могут выдерживать различную нагрузку, и это не зависит от мощности двигателя тягача, а зависит от конструкции автомобиля-тягача (рамный или не рамный) и от конструкции самого фаркопа, а также наличие разгрузочного устройства, которое может применяться только с рамными автомобилями.

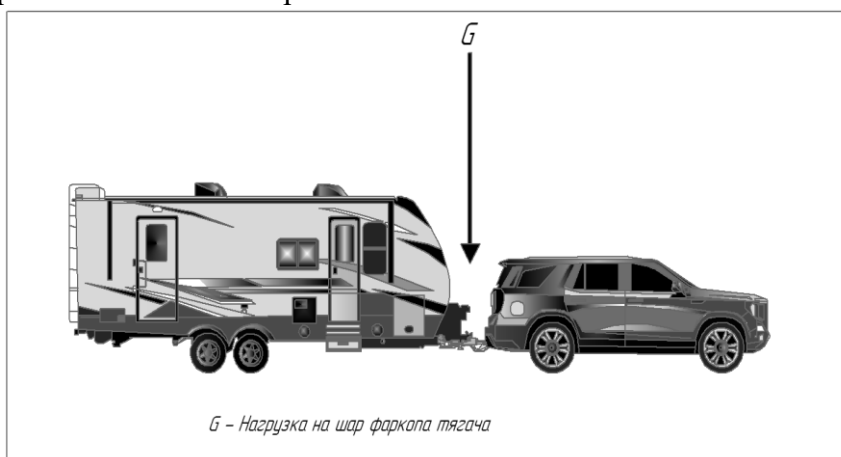


Рисунок 3 – Действие вертикальной нагрузки на шар фаркопа тягача

Почему же возникает эффект «fish tail»? Для этого на стенде протестируем сцепку при различных скоростных режимах и вариантах загрузки прицепа (каравана). Результаты тестирования заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты стендовых исследований поведения сцепки при различных скоростных режимах

Показатель		Нагрузка на шар фаркопа	Результат наблюдений
Скорость движения			
МРН	км/час		
30	48,3	10-15 % от веса прицепа	Все хорошо. Вопросов нет
		5-10 % от веса прицепа	Прицеп откликается и следует за машиной вяло. В целом все в норме.
		-5 % от веса прицепа	Зад прицепа нагружен больше и тянет шар фаркопа в верх. Наблюдается слабый эффект “fish tail”.
55	88,55	10-15 % от веса прицепа	Все хорошо. Все откликается очень быстро.
		5-10 % от веса прицепа	Наблюдается слабый эффект “fish tail”, но прицеп откликается довольно хорошо.
		-5 % от веса прицепа	Зад прицепа нагружен больше и тянет шар фаркопа в верх. Наблюдается слабый эффект “fish tail” и это уже опасно.
70	112,7	10-15 % от веса прицепа	Все отлично.

	5 % от веса прицепа	Все еще нормально, но прицеп следует за машиной несколько вяло.
	-5 % от веса прицепа	Наблюдается эффект «fish tail». Прицеп слишком загружен на зад. Очень тяжело сохранять всю систему. Система начинает сама раскачиваться все сильнее и сильнее. Система становится неуправляемой. Становится слишком опасно. Необходимо останавливаться и переместить груз вперед.

Из таблицы 1 следует:

1. Для безопасной буксировки необходимо нагружать прицеп вперед. Но из-за этого машина сильно нагружается и «проседает» на корму. Передние колеса приподнимаются. Сцепление передних колес с дорожным покрытием значительно уменьшается. Управляемость ухудшается. «Передок» начинает вилять влево-вправо. При увеличении скорости частота и амплитуда поперечных колебаний увеличивается.

2. При отрицательном значении вертикальной нагрузки, поскольку шар фаркопа надежно зафиксирован замком прицепа, прицеп стремится приподнять задний мост тягача. Сцепление задних колес с дорогой уменьшается. Все это приводит к ухудшению управляемости. В дополнение нагруженный на зад караван (центр тяжести смещен на зад) склонен к раскачиванию и потере устойчивости.

Как мы видим не соблюдение допустимой вертикальной нагрузки влияет на безопасность движения.

Масса груза и центр тяжести каравана должны находиться в районе его оси и обеспечивать нагрузку на дышло в пределах допустимого.

Для этого существует система распределения нагрузки (рисунок 4).

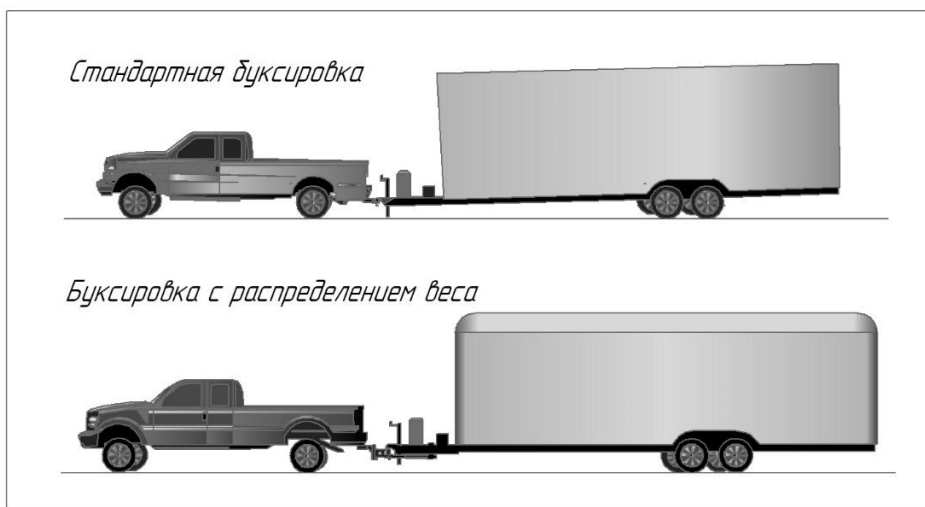


Рисунок 4 – Стандартная буксировка и буксировка с распределением нагрузки

Рассмотрим подробнее, что же происходит с нашей системой при разных вариантах нагрузки на шар фаркопа (рисунок 5).

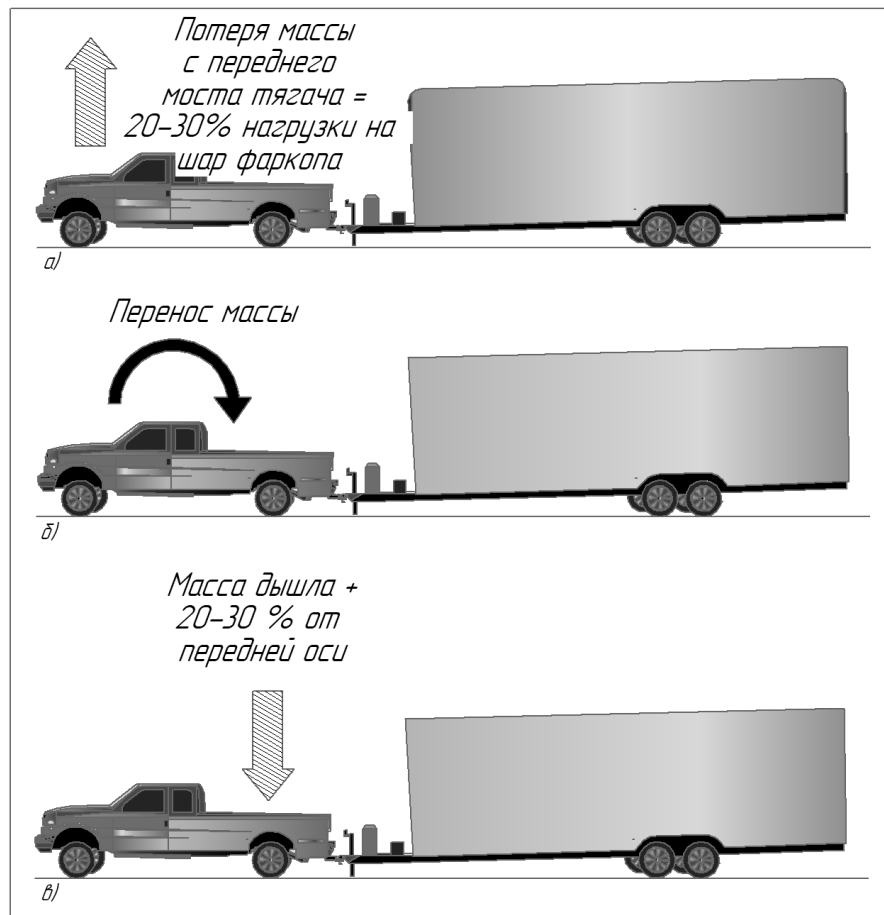


Рисунок 5 – Перемещение веса с передней оси пикапа на заднюю

Мы прицепили прицеп на шар фаркопа и при помощи разгрузочного устройства начинаем понемногу опускать. После того как мы начали увеличивать нагрузку на шар фаркопа зад пикапа пошел вниз. 20-30 % от массы на шар фаркопа с переднего моста переместился на заднюю ось. Задняя ось в свою очередь получила те же 20-30 % от передней оси (рисунок 5 (а, б, в)). Нагрузка на оси прицепа остается без изменений.

Разгрузочное устройство (рисунок 6) представляет собой систему рычагов на сцепном устройстве, которая распределяет точную нагрузку на шар фаркопа по всей раме тягача.

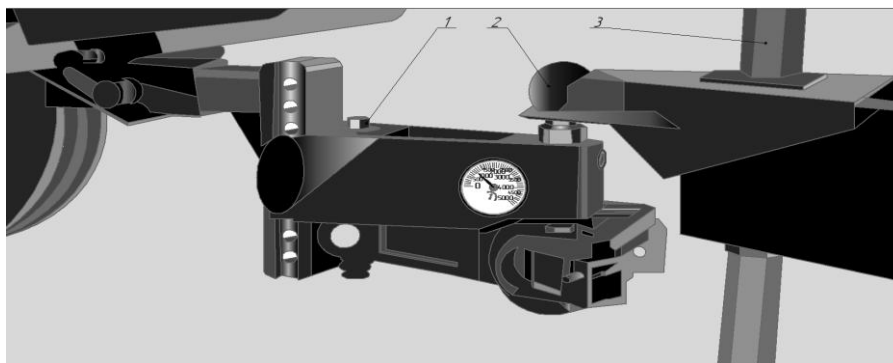


Рисунок 6 – Узел сцепки с разгрузочной системой: 1 – настроечный болт разгрузочного устройства; 2 – шар фаркопа; 3 - подъемное устройство

Настроечный болт 1 в этом устройстве поджимает балки, которые прицеплены к дышлу прицепа и соответственно вытягивает все вниз. Вся система работает как пружина, которая вытягивает всю сцепку вверх. Благодаря чему вся система выравнивается. Все это

работает как рессора, работающая в обратную сторону (рисунок 7). Она тянет тягач и прицеп вниз, а шар фаркопа вверх. Система тягач-прицеп выравнивается.

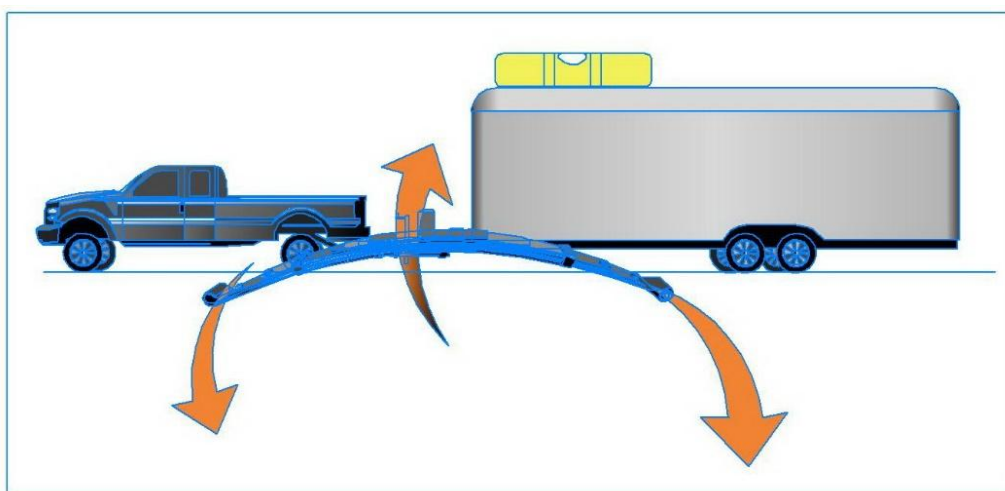


Рисунок 7 – Принцип действия разгрузочного устройства

После того, как масса распределена передний мост вернулся в нормальное состояние. Соответственно вес прицепа на него не влияет (рисунок 8).

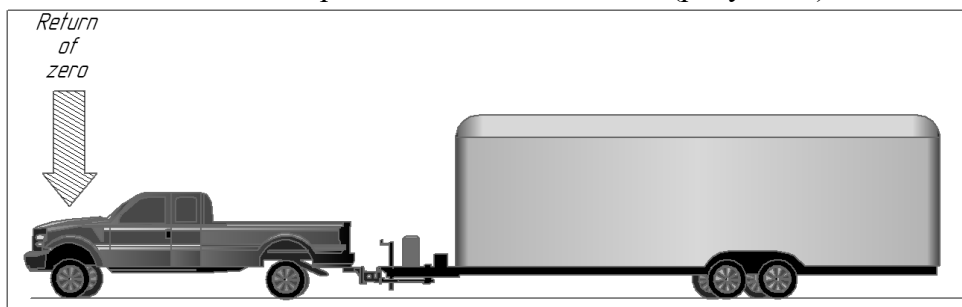


Рисунок 8 – Распределение массы (передний мост пикапа)

Задний мост получил всего лишь 70-80 % от оригинальной массы, которая была раньше на шаре фаркопа, а масса 20-30 % которая была раньше на шаре вернулась на две оси прицепа (рисунок 9).

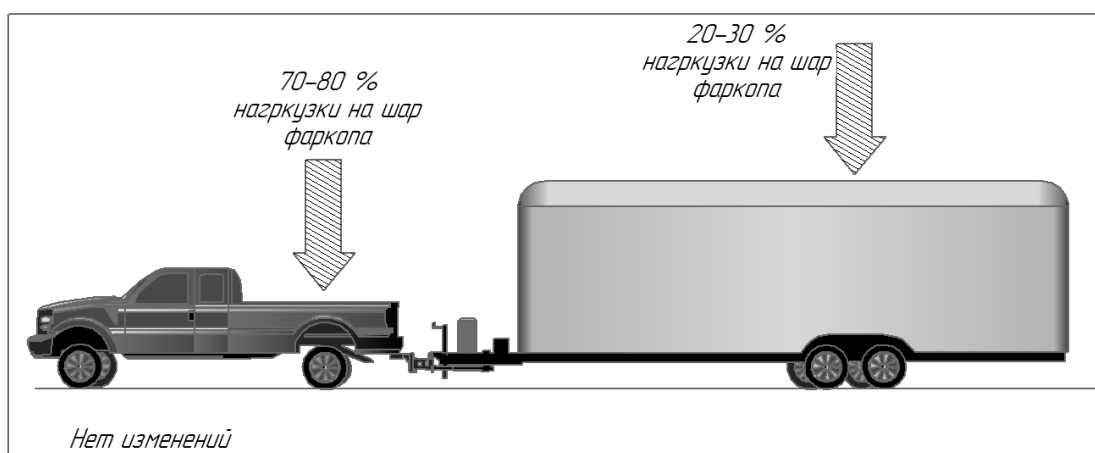


Рисунок 9 – Распределение массы (задний мост пикапа и оси каравана)

В общем виде распределение массы на фаркоп поясняется на рисунке 10.



Рисунок 10 – Распределенная масса по всей системе сцепки

**Выводы.** Проведенные исследования показывают:

1. Для обеспечения нормальной нагрузки на сцепной шар масса груза и центр тяжести каравана должны находиться в районе его оси и обеспечивать нагрузку на дышло в пределах допустимого.

2. Эффект «fish tail» возникает в случаях:

а) при смещении центра тяжести каравана вперед нагрузка на шар фаркопа увеличивается и прижимает заднюю часть тягача вниз. Передняя часть тягача приподнимается. Сцепление передних колес с дорожным покрытием снижается. Управление автомобилем ухудшается. Возникает эффект «fish tail»;

б) при отрицательной нагрузке на шар фаркопа (смещение центра тяжести прицепа назад) караван приподнимает заднюю часть автомобиля-тягача. Снижается сцепление задних колес с дорожным покрытием. Смещение центра тяжести каравана назад вызывает колебания прицепа в вертикальной плоскости и в поперечном направлении. В этом случае при воздействии внешних факторов (порывы бокового ветра, аэродинамическое воздействие проходящих мимо тяжелых автопоездов, состояние дорожного покрытия, маневрировании и т.п.) появляется эффект «fish tail».

3. При покупке каравана необходимо знать не только массу буксируемого прицепа, оборудованного тормозами вашим тягачом, но и характеристиками прицепа по нагрузке на шар фаркопа тягача, а также массу, которую может выдерживать фаркоп автомобиля с разгрузочным устройством и без него.

#### Список использованных источников

1. ORIS-BOSAL Производитель фаркопов европейского качества. Москва, Россия. Вертикальная нагрузка на шар фаркопа и стабильность <https://www.drive2.ru/o/b/544218949282170789/>
2. «Лидер ПЛЮС» г. Таганрог. Отличия фаркопов по нагрузкам <https://www.leader-plus.ru/about/>
3. ООО «РЕСПО» официальный представитель компании RESPO в России. Правильное распределение нагрузки на фаркоп автомобиля с легковым прицепом <http://www.respo.ru/info/article/pravilbnoe-raspredelenie-nagruzki-na-farkop-avtomoto.html>

#### CONDITIONS OF APPEARANCE AND FEATURES OF ELIMINATION OF THE «FISH TAIL» EFFECT WHEN TOWING CARAVANS WITH OFFSET AXLE

*The article presents the results and analysis of bench studies of the effect of vertical load on the towbar ball. The causes of the pendulum effect (wagging of the trailer from side to side) when towing a caravan are analyzed and recommendations are given to prevent its occurrence in order to ensure traffic safety on the roads. The main attention is paid to American-style towbars.*

**Keywords:** towing device, trailer towing, towbar ball, caravan, pendulum effect, «fish tail», load on the towbar ball

## ПЕРЕУСТРОЙСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ИВАНОВСКИЙ ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ – ФИЛИАЛА ОАО «РЖД» В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЗАПАДНОГО ОБХОДА САРАТОВСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА

*Степаненко Т.Л.*

*Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»  
в г. Саратове, Саратов, Россия*

*В данной статье рассматриваются вариант переустройства железнодорожной станции Ивановский Приволжской железной дороги – Филиала ОАО «РЖД». В статье описывается необходимость изменения инфраструктуры железнодорожной станции Ивановский, в связи с увеличением транзитного потока и вывод грузовых поездов с опасными грузами за пределы города Саратов. Рассматриваются принципиальные схемы существующей железнодорожной станции Ивановский и схема железнодорожной станции Ивановский после переустройства.*

**Ключевые слова:** *железнодорожная станция, реконструкция, Саратовский узел, Приволжская железная дорога, железнодорожная станция Ивановский, железнодорожный участок.*

Саратовский железнодорожный узел входит в состав Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Расположен на пересечении двух железнодорожных направлений: Сызрань – Волгоград и Ртищево – Казахстан. Является основным транзитным коридором для грузопотоков из Урала, Сибири и Казахстана в порты Азово-Черноморского бассейна.

Саратовский железнодорожный узел состоит из 12 железнодорожных станций. К Саратовскому железнодорожному узлу примыкают четыре железнодорожных участка.

Железнодорожный участок Саратов – Аткарск (на Ртищево) – двухпутный, электрифицированный. Ток переменный. Участок оборудован автоблокировкой для движения пассажирских и грузовых поездов.

Железнодорожный участок Саратов – Сенная (на Сызрань) – двухпутный, электрифицированный. Ток переменный. Участок оборудован автоблокировкой для движения пассажирских и грузовых поездов.

Железнодорожный участок Саратов – Анисовка (на Казахстан) – двухпутный, электрифицированный. Ток переменный. Участок оборудован автоблокировкой для движения пассажирских и грузовых поездов. Мостовой переход через реку Волга, на перегоне Нефтяная – Сазанка со стороны железнодорожной станции Князевка и перегон Багаевка – Сазанка со стороны железнодорожной станции Петров Вал однопутный

Железнодорожный участок Саратов – Петров Вал (на Волгоград) – двухпутный, электрифицированный. Ток переменный. Участок оборудован автоблокировкой для движения пассажирских и грузовых поездов.

Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» по характеру работы – промежуточной железнодорожная станция четвертого класса. Железнодорожная станция Ивановский работает на два железнодорожных направления: нечетное железнодорожное направление – Ивановский – Буркин (разъезд); четное железнодорожное направление – Ивановский – Горючка (разъезд). Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» включена в диспетчерскую централизацию железнодорожного участка Саратов 3 – Овражная. Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» выполняет поездные операции с грузовыми и пассажирскими поездами; пропуск поездов с грузами «ВМ» и негабаритными грузами; приём, обработка и

передача информации о поездах на соседние раздельные пункты; обслуживание путей необщего пользования ОАО ДП-6 и АО Нефтетранссервис [1].

Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» должна реконструироваться в соответствии с удовлетворение постоянно растущего спроса на перевозки транзитных грузов через территорию Саратовской области; изменение маршрутов следования нефтеналивных, разрядных и химически опасных грузов путем вывода их за пределы города.

Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» расположена в «выемке» в профиле и на прямом железнодорожном участке железнодорожного пути в плане.

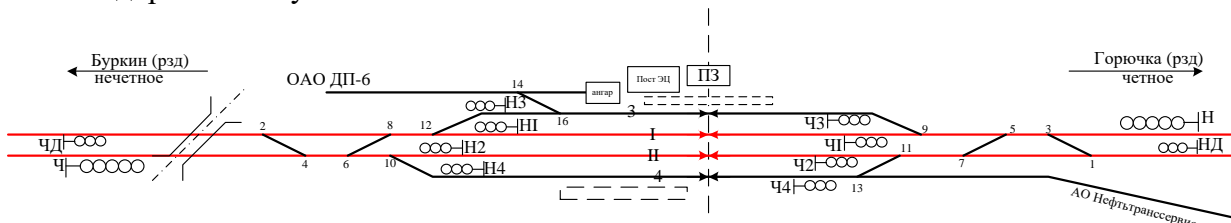


Рисунок 1 – Железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД»

На железнодорожная станция Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» имеются:

- вокзал - 20 человек;
- две пассажирских платформы низкого типа - длиной 169м и 119м.;

Реконструируемая железнодорожной станции Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с добавлением обходных железнодорожных путей для грузового движения от железнодорожной станции Курдюм до железнодорожной станции Ивановский вызвано необходимостью освоения возрастающих размеров грузового движения в обход железнодорожной станции Саратов – 1 Пассажирский, внедрением новой техники на железнодорожных станциях.[2]

Основными причинами реконструкции являются:

- добавление специализированного приема – отправочного парка для обработки поездов грузового движения;
- строительство путепроводов через железнодорожные пути и автомобильную дорогу.

По реконструкции железнодорожной станции Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» был разработан вариант реконструкции с нечетной горловины железнодорожной станции по железнодорожному направлению к разъезду Горючка Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», представлен на рисунке 2.

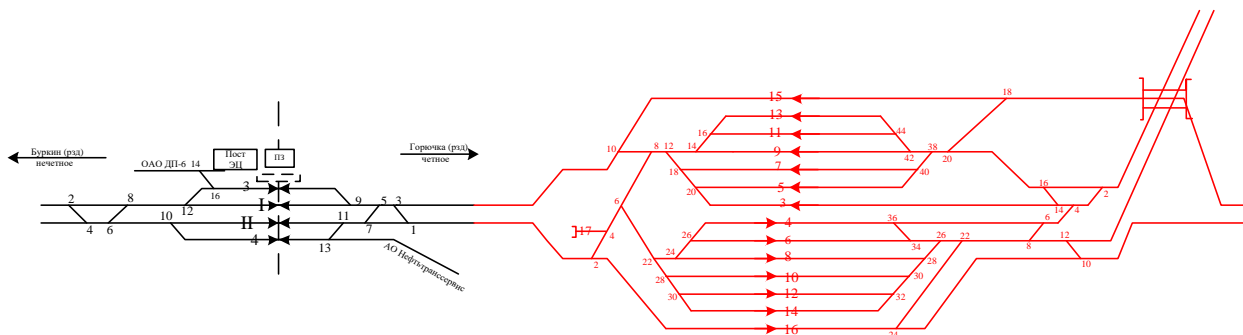


Рисунок 2 – Вариант реконструкции железнодорожная станция Ивановский



### Список использованных источников

1 Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции Ивановский Приволжской железной дороги – филиала ОАО «РЖД»

2 Числов О.Н. Железнодорожные станции и узлы: системы автоматизированного проектирования и расчета / О.Н. Числов, В.В. Хан, В.М. Задорожний, Е.Е. Супрун. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2019. 74 с. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1214/253868/>

3 Шипилова Ю.В. Станции и узлы: учебное пособие. М.: УМЦ ЖДТ, 2022. — 296 с. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1193/260707/>.

## RECONSTRUCTION OF THE INFRASTRUCTURE OF THE RAILWAY STATION IVANOVSKY OF THE VOLGA RAILWAY – A BRANCH OF JSC "RUSSIAN RAILWAYS", IN CONNECTION WITH THE CONSTRUCTION OF THE WESTERN BYPASS OF THE SARATOV RAILWAY JUNCTION

*This article discusses a variant of the reconstruction of the railway station Ivanovsky of the Volga Railway – a branch of JSC "Russian Railways". The article describes the need to change the infrastructure of the railway station Ivanovsky, due to the increase in transit traffic and the withdrawal of freight trains with dangerous goods outside the city of Saratov. The schematic diagrams of the existing railway station Ivanovsky and the scheme of the railway station Ivanovsky after reconstruction are considered.*

**Keywords:** railway station, reconstruction, Saratov junction, Volga railway, Ivanovsky railway station, railway section

УДК 681.325.5-181.4 (075)

## СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ДИСТАНЦИИ СЦБ

*Трубин С.В., Дедюля Д.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В статье рассматриваются вопросы внедрения в Оренбургской дистанции СЦБ технологических решений на микропроцессорной платформе, которые являются одним из важнейших факторов прогрессивного развития устройств автоматики и телемеханики.*

**Ключевые слова:** цифровая железная дорога, микропроцессорная централизации, кодовая электронная блокировка КЭБ-2, современная система интервального регулирования движения поездов АБТЦ-МШ.

Цифровые технологии – это новейшие системы, которые за последние несколько лет целиком поменяли жизнедеятельность людей и технологические процессы. Они окружают нас и с годами ускоренно развиваются. В связи с этим, железнодорожная транспортная система применяет их и внедряет активно в своей деятельности по организации движения поездов и перевозке грузов и пассажиров, с целью сохранения своей конкурентоспособности [1].

В ОАО «РЖД» утверждена долгосрочная программа развития до 2025 года. В этой программе, в том числе было уделено внимание и переходу на «цифровую железную дорогу». Программа разработана в соответствии с посланием Президента Федеральному Собранию и указа президента от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Цифровая железная дорога – это комплекс информационно-аналитических систем, систем управления перевозочным процессом, систем управления движением поездов на

основе микропроцессорных систем железнодорожной автоматики, систем для тягового подвижного состава.

Исследовав изменения и инновации в железнодорожной автоматике и телемеханике, можно отметить, что в рамках этой программы ведется замена морально и физически устаревших систем. Например, релейная централизация заменяется на микропроцессорную станционную и горочную систему управления, где исполнительная часть остается релейной, а «мозг» компьютер. Для перегонных интервальных систем управления апробированы и активно внедряются гибридные системы управления, мониторинга и диагностики. Принципиальная задача данного проекта переход от автоматизированного управления движением к автоматическому [1].

Оренбургская дистанция СЦБ структурное подразделение Южно - Уральской железной дороги не стала исключением. В рамках проекта «Цифровая железная дорога», за последние несколько лет реализованы и введены в эксплуатацию инновационные системы:

- микропроцессорная централизация (МПЦ) на железнодорожной станции Маячная;
- сетевая многоуровневая автоматизированная система технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) на перегоне станция Сакмарская, Обгонный Пункт 202;
- станция Чебеньки, Обгонный Пункт 202;
- кодовая электронная автоблокировка на перегоне станция Сакмарская, Обгонный Пункт 202;
- станция Чебеньки, Обгонный Пункт 202.

В дальнейшей перспективе запланирована установка системы кодовой электронной блокировки на перегоне станция Чебеньки, станция Черный Отрог.

Кодовая электронная автоблокировка (КЭБ-2) применяется для интервального регулирования движения поездов на межстанционных перегонах. Данная автоблокировка полностью идет на смену существующей релейной, контактной аппаратуры. КЭБ-2 в своем составе имеет встроенную диагностику, которая обеспечивает дистанционное измерение уровней сигналов в рельсовых цепях и дает информацию о предварительных неисправностях всех сигнальных точках без участия электромехаников. Инновационная автоблокировка построена на микропроцессорной бесконтактной аппаратуре без электромагнитных реле и других электромеханических устройств, ввиду чего сокращается текущее обслуживание устройств автоблокировки. Согласно технико-экономическому расчету, технический ресурс КЭБ-2 не менее 25 лет.

В дальнейшей перспективе, внедрение на полигоне Оренбургской дистанции СЦБ, участке Оренбург - Соль-Илецк автоблокировки АБТЦ-МШ с подвижными блоками участками.

Сама АБТЦ-МШ представляет собой современную систему интервального регулирования движения поездов на скоростных, магистральных и малодеятельных участках. Автоблокировка способна управлять сигналами проходных светофоров, контролировать последовательное занятие участков, кодировать их, управлять и контролировать работу автоматической переездной сигнализацией, обеспечивать автоматическое и ручное блокирование и деблокирование запрещающих показаний проходных светофоров, а также смену направления движения поездов через спутник.

Система имеет надежный алгоритм формирования модели поездной ситуации по сигналам от спутника или по информации о координатах поездов, принятой от них по радиоканалу.

Внедрение современных систем автоматики и телемеханики реализует важные задачи: увеличение пропускной способности транспортной магистрали, обеспечение диагностики и мониторинга систем и устройств СЦБ, внедрение современных технических и ресурсосберегающих технологий на транспорте и конечно выполнение

главной задачи железнодорожного транспорта обеспечение безопасности движения поездов.

Таким образом, на примере Оренбургской дистанции СЦБ Южно-Уральской железной дороги, можно убедиться, что векторы развития, заданные Президентом РФ исполняются ОАО «РЖД».

Вместе с внедрением цифровых технологий ОАО «РЖД» внедряет технологические решения на микропроцессорной платформе, которые напрямую связаны с одним из важнейших факторов прогрессивного развития устройств автоматики и телемеханики транспортного комплекса России.

#### Список использованных источников

1. Дедюля Д.В. Цифровая трансформация работы железнодорожного транспорта и пользовательских услуг // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 мая 2023 г. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2023. С. 257-260.

### MODERN MICROPROCESSOR TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG DISTANCE SCB

*The article discusses the implementation of technological solutions on a microprocessor platform in the Orenburg signaling system, which are one of the most important factors in the progressive development of automation and telemechanics devices.*

**Keywords:** digital railway, microprocessor centralization, coded electronic blocking KEB-2, modern system of interval control of train traffic ABTC-MSh.

УДК 656.226.3

### СИСТЕМА КОДОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АВТОБЛОКИРОВКИ КЭБ-2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

*Трубин С.В., Старкова Ю.Ю.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В данной статье описывается система автоблокировки КЭБ-2, ее назначение, преимущества, недостатки и эксплуатационные особенности.*

**Ключевые слова:** системы, рельсовые линии, движение поездов, железнодорожный транспорт, кабельная линия, децентрализованная система.

Система типа КЭБ, основанная на алгоритме числовой кодовой АБ, разрабатывалась с середины 90-х годов XX века и играет важную роль в сети железных дорог. В настоящее время разработка и использование таких систем приобрели большое значение благодаря широкому применению кодовой АБ на железнодорожном транспорте страны. Однако, даже с ограниченными инвестициями, важно обновление АБ на критических участках, чтобы повысить безопасность и эффективность движения поездов. Благодаря кодовой автоблокировке возможно увеличить пропускную способность железнодорожных путей и сократить время погрузки-разгрузки на станциях.

Кроме того, современные системы АБ позволяют сократить число аварийных ситуаций и исключить возможность столкновения поездов. Это особенно важно на участках с интенсивным движением и большим объемом перевозок. Новые системы также позволяют увеличить скорость движения поездов и снизить задержки.

Несмотря на высокую стоимость, замена устаревших систем автоматического блокирования является приоритетной задачей для железнодорожного транспорта. Это необходимо для обеспечения безопасности пассажиров, грузов и персонала, а также для повышения эффективности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Системы кодовой электронной блокировки – это комплекс устройств системы автоблокировки (АБ), обновленный при помощи электронных компонентов без изменения монтажа. Аналоговые приборы заменились на электронные аналоги, обеспечивая возможность полной или частичной замены.

Одной из таких систем является КЭБ-2 – микропроцессорная децентрализованная система автоблокировки. Она работает на принципе передачи кодового сигнала по рельсовой линии от одной сигнальной установки к следующей. За годы использования системы КЭБ-2 ее надежность и функциональность существенно улучшились. Сегодня она считается современной системой автоблокировки с высокой степенью надежности. Ее отличительная черта – отличная живучесть.

Основные преимущества КЭБ-2 включают в себя возможность гибкой замены приборов, усовершенствованную систему передачи кодового сигнала и высокую степень надежности. Эти факторы делают КЭБ-2 выгодным выбором для обновления систем АБ и повышения безопасности железнодорожного движения. Децентрализованная система передачи сигналов по рельсовой линии имеет ряд преимуществ перед другими подходами. Во-первых, такая система обладает малой емкостью кабельной линии. Это означает, что для передачи сигналов не требуется большое количество проводов, что упрощает монтаж и экономит место. Во-вторых, децентрализованная система способна сохранять функциональность при повреждении кабеля. Если в каком-то участке кабель был поврежден, то сигналы могут быть перенаправлены через другие участки сети, обеспечивая непрерывность работы системы. В-третьих, благодаря децентрализации, не требуется использование сложных алгоритмов и систем контроля транспортных средств. Система может самостоятельно определять расположение поездов и передавать необходимые сигналы, что значительно упрощает процесс управления и повышает безопасность.

Еще одним преимуществом является минимальная площадь, которую занимает оборудование на посту ЭЦ. Это особенно важно в условиях ограниченного пространства на железнодорожных станциях. Децентрализованная система также обладает высокой устойчивостью и надежностью работы. Если один из узлов системы выходит из строя, остальные узлы могут продолжать функционировать нормально, что обеспечивает непрерывность работы системы. Кроме того, такая система не зависит от производителя и легко обслуживается. Это означает, что компоненты системы могут быть заменены или модернизированы без необходимости полной замены всей системы.

Таким образом, децентрализованная система передачи сигналов по рельсовой линии предлагает множество преимуществ, включая малую емкость кабельной линии, сохранение функциональности при повреждении кабеля, отсутствие необходимости в алгоритмах контроля проследования поезда, минимальную площадь, занимаемую оборудованием на посту ЭЦ, устойчивость и надежность работы, а также независимость от производителя и легкость обслуживания системы. При использовании диагностических инструментов для обнаружения и устранения повреждений, а также применении решений по защите от перенапряжений, система становится более надежной и устойчивой. КЭБ-2 также отличается высоким показателем грозозащиты, что позволяет использовать данную автоблокировку на грознапряженных маршрутах.

Важным аспектом является ее устойчивость к перенапряжениям, что делает возможность повреждения аппаратуры крайне редким явлением. Благодаря встроенной системе СТДМ достаточно информации предоставляется для полноценного контроля работы установок и оборудования. Компоненты системы требуют обслуживания лишь раз

в 10 лет, что значительно снижает затраты на регулярную техническую поддержку. Кроме того, система КЭБ-2 может управлять движением поездов с разными видами тяги и разными видами сигнализации, что обеспечивает высокую гибкость и адаптивность системы к различным условиям. Все эти особенности делают систему управления движением поездов на грозонапряженных участках надежным и эффективным инструментом для обеспечения безопасности и совершенствования железнодорожного транспорта. КЭБ-2 - это микропроцессорная децентрализованная система автоблокировки, предназначенная для регулирования движения поездов на железнодорожных перегонных участках. Система работает на основе передачи числового кода по рельсовым цепям, что обеспечивает надежный обмен информацией между станциями. Однако система КЭБ-2 имеет также и недостатки. К примеру, электромеханики СЦБ отмечают перегорания контактов. На данный момент для устранения данной проблемы необходимо периодически проводить техническое обслуживание соединений, а именно подтягивать контакты раз в год. Также при первичном монтаже КЭБ можно обработать контакты специальной токопроводящей смазкой для контактов, защищающей их от окисления и перегрева.

Оборудование сигнальных установок размещается в специальных шкафах ШКЭ, установленных на перегоне. Каждая станция, ограничивающая перегон, оснащается стативом закрытого типа СЗТ, который обеспечивает надежную передачу и прием информации от соседних станций. Передача основной информации для регулирования движения осуществляется по рельсовой линии, а по кабельной линии осуществляются другие виды передачи и работа схемы смены направления, передача диагностической информации о состоянии участков, увязка сигнальных устройств со светофорами и переездами[1].

КЭБ-2 является децентрализованной системой, что означает, что принятие решений и управление процессом регулирования движения поездов происходит на местах, на самом перегоне. Это позволяет оперативно и эффективно контролировать движение поездов и минимизировать возможные аварийные ситуации. Напольным оборудованием КЭБ-2 является компактный шкаф сигнальной точки ШКЭ, который является улучшенной версией ШРУ-У. В состав станционного оборудования входят различные системы для контроля работы перегона и передачи информации в системы ДЦ, ДК, СТДМ. На станциях с ограничением доступа имеется полный контроль состояния участков перегона, а также вывод информации на АРМ ДСП. Дополнительно предусмотрено кодирование АЛСН на частотах 25, 50 и 75 Гц. СТЗ КЭБ-2 – это станционное оборудование, которое состоит из статива закрытого типа с блоками БСУ и устройством защиты, приборов рельсовых цепей и рабочей станции на базе промышленного ПК. Главное преимущество КЭБ-2 заключается в том, что для его работы не требуется прокладка кабелей большой емкости. Для связи этой системы достаточно всего 3 пар проводов: 2 пары для смены направления и 1 пара для линии связи КЭБ-2, которая занимается всеми функциями автоматического блокирования и дистанционного контроля. КЭБ-2 оснащен многофункциональным переносным прибором МПИ-СЦБ со специальным программным обеспечением, которое позволяет выполнять измерения и контроль как на станциях, так и на участках с записью в память. Одной из основных функций СЦБ является контроль и защита железнодорожного перегона. Для этого электромеханик получает информацию о состоянии блок-участков, направлении движения поездов, целостности светофорных ламп, кодах в рельсовых цепях, уровнях сигналов в рельсовой цепи, а также наличии питания. Это позволяет эффективно организовать движение поездов и обеспечить безопасность пассажиров.

Блоки КЭБ-2 обладают современными устройствами защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений, что позволяет предотвращать возникновение

аварийных ситуаций и неисправностей. Каждый блок КЭБ-2 имеет универсальный монтаж, что обеспечивает их взаимозаменяемость и упрощает техническое обслуживание.

Средства контроля и защиты электромеханика СЦБ и блоки КЭБ-2 являются надежными и эффективными инструментами, обеспечивающими безопасное и бесперебойное функционирование железнодорожного перегона. Благодаря им возможно контролировать и защищать систему передвижения поездов от различных неполадок и аварийных ситуаций. Современные устройства защиты обеспечивают максимальную надежность и безопасность работы, что является приоритетом в железнодорожной инфраструктуре. Перемычки сигнальных точек и блок согласования БС играют важную роль в настройке и замене аппаратуры при необходимости. Перемычки используются для соединения различных устройств в соответствии с проектом, обеспечивая правильную работу системы. Блок согласования БС является связующим звеном между сигнальной аппаратурой и РС КЭБ-2, обеспечивая передачу диагностической информации. Благодаря согласованным протоколам, эта информация может быть передана в любую систему ДК, что позволяет эффективно контролировать и управлять работой аппаратуры.

В настоящее время разработаны протоколы для интеграции с логистической системой передачи данных, автоматической диспетчерской коммуникационной системой и аварийно-предупредительной коммуникационной системой. Аппаратура КЭБ-2 способна работать в широком диапазоне температур от  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  и имеет технический срок службы не менее 25 лет. Для проверки аппаратуры КЭБ-2 используется комплекс оборудования ИАПК РТУ Р КЭБ-2 в ремонтно-технологическом участке (РТУ). Для технического обслуживания на месте эксплуатации применяется прибор МПИ СЦБ и портативный стенд УП КЭБ-2.

Благодаря этому блоку, операторы могут получать более точные и надежные данные о работе станционных устройств, что помогает ускорить процесс диагностики и устранения возникающих проблем. Это существенно повышает эффективность и надежность работы системы КЭБ-2[2].

#### Список использованных источников

1. Федоров Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями: учебное пособие. Самара: СамГУПС, 2004.
2. Дугаржапова Д.Д. Анализ систем интервального регулирования движения поездов в России и перспектив их модернизации / Д.Д. Дугаржапова, А.А. Онищенко // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2021. Т. 1. С. 160-164.

#### **CAB-2 SYSTEM: APPLICATION FEATURES**

*This article describes the CAB-2 auto-locking system, its purpose, advantages, disadvantages and operational features*

**Keywords:** *systems, rail lines, train traffic, railway transport, cable line, decentralized system.*

#### **ANALYSIS OF THE MAIN MALFUNCTIONS OF THE ELECTROPNEUMATIC CONTACTOR OF THE DIESEL LOCOMOTIVE 2TE116**

*This article analyzes the main malfunctions of the electropneumatic contactor of the diesel locomotive 2TE116*

**Keywords:** *electropneumatic contactor, malfunction*

## К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116

Шишкин А.В., Арсенов О.А.

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия

В настоящей статье производится анализ технологической эффективности турбокомпрессора дизеля тепловоза 2ТЭ116, рассматриваются основные неисправности и их причины возникновения.

**Ключевые слова:** турбокомпрессор, 2ТЭ116.

Безопасность тепловоза обуславливается не только лишь совершенством его системы, но и технологическим обслуживанием производства, также степенью технологического сервиса и ремонтных работ. В ходе эксплуатации на локомотив влияют разнообразные условия: нагар находящейся вокруг сферы, атмосферные воздействия, ландшафт дороги. Надежность многочисленных элементов подвергаются воздействию больших температур, а также существенных удельных нагрузок снижается, они утрачивают функциональность, а также подвергаются поломками. Резиновые элементы утрачивают гибкость, покрываются сетью трещин, а также рушатся. Фильтры, назначенные с целью очищения масла, горючего, а также атмосферы, измазываются, а также прекращают осуществлять собственные функции [1, 2].

Все это приводит к тому, что тяговые качества тепловоза ухудшаются, он становится менее надежным, часто начинает «болеть», расходы на его содержание возрастают. И если в процессе эксплуатации не принять своевременно нужных мер, то тепловоз, не достигнув предельного возраста, перестанет выполнять свои функции.

Рассмотрим основные неисправности турбокомпрессора дизеля 2ТЭ116, рисунок 1.

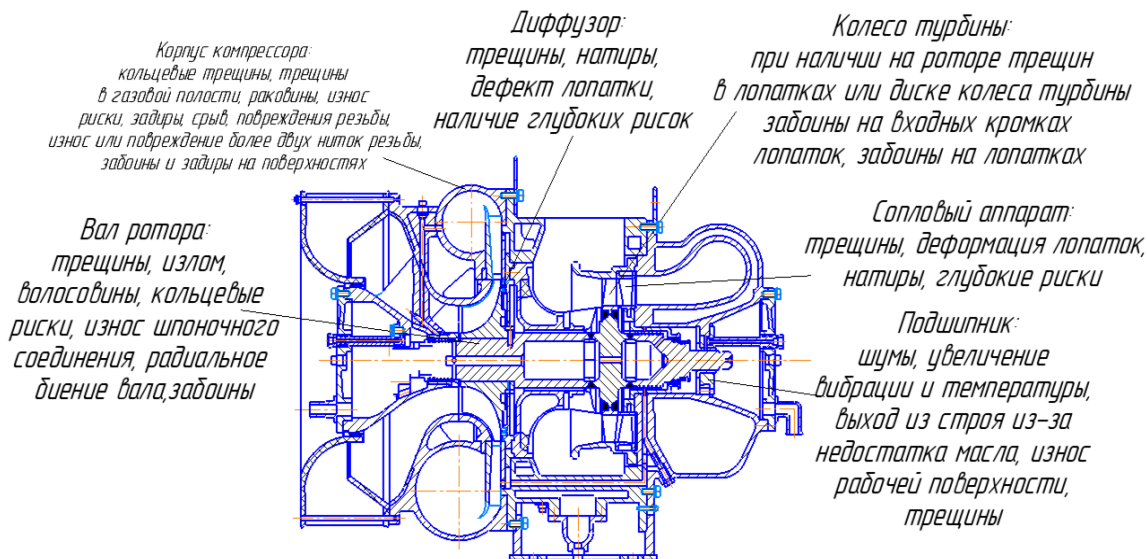


Рисунок 1 – Основные неисправности турбокомпрессора

В данной статье рассмотрим важный агрегат современного дизеля – турбокомпрессор, а именно его неисправности, виды загрязнений, их причины, методы очистки. Турбокомпрессоры должны обеспечивать необходимые параметры дизеля, т. е. давление наддува, расход воздуха, коэффициент избытка воздуха, при которых

достигается минимальное значение удельного расхода топлива и умеренная тепловая нагрузка во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала [3].

Турбокомпрессор состоит из многих составляющих частей, которые подвергаются всевозможным воздействиям, которые могут привести к неисправностям, рассмотренных на рисунке 1.

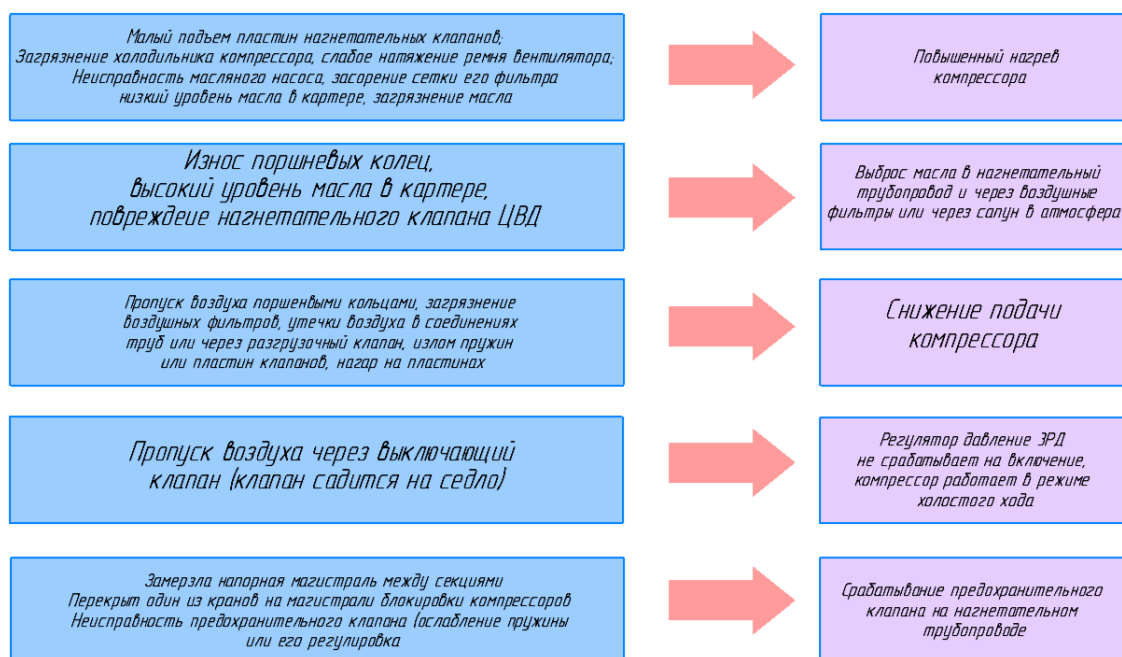


Рисунок 2 – Основные неисправности турбокомпрессора и причины их возникновения

Изучая рисунок 2, можно увидеть, что неисправности каждой составляющей части, может привести к неисправности всего узла. Одна из важных причин возникновения неисправностей составляет образование нагара. Рассмотрим причину возникновения нагара и способы очистки [3].

Для уменьшения отложений в проточной части турбокомпрессора, используют:

- Привод к рабочему телу жидкой присадки в виде слабощелочного раствора натрия;
- Подача моющего раствора под избыточным давлением и прокачку лабиринтного канала ротора турбокомпрессора дизельного двигателя
- Устройство, состоящее из торцевого лабиринтного уплотнения рабочего колеса, которое содержит трубку с моющим раствором.

Решение данной проблемы позволит обеспечить бесперебойную работу турбокомпрессора, улучшить воздухообеспечение дизеля, исключить повышенную дымность, тем самым повысит технологическую эффективность турбокомпрессоров.

**Список использованных источников**

1. РК 103.11.318-2004. Руководство по ремонту компрессоров воздушных КТ6 и КТ7 при среднем и капитальном ремонте локомотивов. РК 103.11.318-2004, стр.17
2. Глушко М.И. Локомотив-компрессор – главные резервуары / М.И. Глушко, В.Е. Лыхин // Железнодорожный транспорт. 1999. № 1. С. 33-37.
3. Бервинов В.И. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов : учебное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / В.И. Бервинов, В. И. Бервинов, Е.Ю. Доронин, И.П. Зенин; под ред. В. И. Бервинова. М.: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2008.

**ON THE ISSUE OF THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF THE TURBOCHARGER OF THE DIESEL LOCOMOTIVE 2TE116**



*This article analyzes the technological efficiency of the turbocharger of the diesel locomotive 2TE116, discusses the main malfunctions and their causes.*

**Keywords:** turbocharger, 2TE116.

УДК 621.43

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ АВТОМАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ТЕПЛОВЗОВ**

*Шишкин А.В., Тимофеев А.М.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ функциональности автоматного оборудования для ремонта тепловозов*

**Ключевые слова:** автоматный цех, ремонт оборудования тепловоза.

Российские железные дороги играют ключевую роль в обеспечении транспортных потребностей населения и экономики страны. При огромных российских пространствах железные дороги являются гарантом экономического и социального развития страны, проведения экономических преобразований, укрепления административно-политической целостности, нормального функционирования сложного хозяйственного комплекса России.

Необходимость реформирования железнодорожного транспорта стала очевидна в свете произошедших в России в конце прошлого века радикальных экономических и политических перемен, в результате которых стремительно развивающаяся экономика страны столкнулась с рядом серьезных диспропорций в развитии российских железных дорог.

Автотормозное оборудование является важной составляющей технического комплекса тепловозов. Эта система позволяет обеспечить безопасность и эффективность работы поездов на железнодорожных путях, предотвращая возможные чрезвычайные ситуации и обеспечивая контроль над скоростью и торможением. Данный текст представляет собой анализ функциональности автотормозного оборудования, его основные компоненты и их взаимодействие в процессе ремонта тепловозов.

Автотормозное оборудование состоит из нескольких ключевых компонентов, которые взаимодействуют между собой и выполняют определенные функции в процессе торможения и управления скоростью тепловоза. Основные компоненты системы включают в себя пневматическую систему, тормозные механизмы, электрическое оборудование и систему управления.

Пневматическая система является базовым элементом автотормозного оборудования. Она предоставляет силу торможения и управления тормозными механизмами. Включает в себя компрессор, резервуар для сжатого воздуха, клапаны и другие элементы, обеспечивающие передачу энергии к тормозным механизмам.

Тормозные механизмы состоят из тормозных колодок, дисков или барабанов, которые непосредственно применяются к колесам тепловоза для торможения. Они действуют под управлением пневматической системы и электрического оборудования.

Электрическое оборудование включает в себя систему питания, датчики и электрические компоненты, ответственные за управление и контроль работы

автотормозного оборудования. Оно обеспечивает передачу информации и команд между системами.

Система управления отвечает за координацию работы всех компонентов автотормозного оборудования. Она обеспечивает правильное функционирование системы и контролирует скорость и торможение тепловоза.

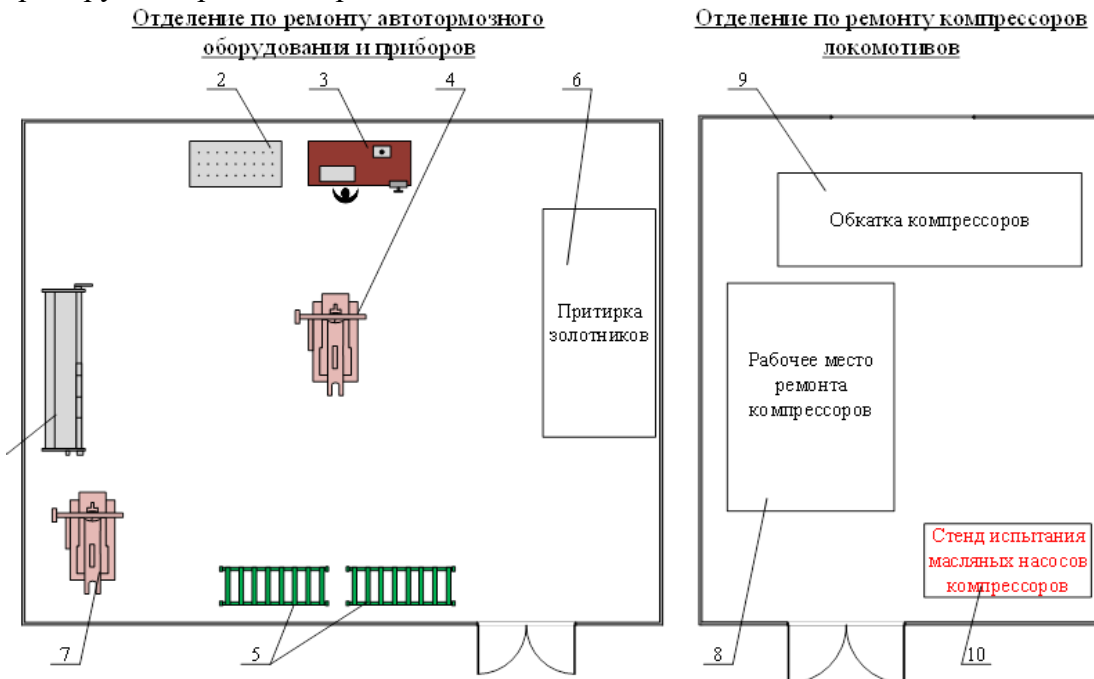


Рисунок 1 – Существующий план автоматного цеха: 1 – стенд проверки автотормозного оборудования; 2 – рабочее место для ремонта кранов машиниста; 3 – верстак для ремонта кранов, клапанов и фильтров; 4 – стенд для испытания соединительных рукавов; 5 – стеллаж готовой продукции; 6 – станок для притирки золотников кранов машиниста; 7 – Стенд проверки крана вспомогательного тормоза №215; 8 – рабочее место ремонта компрессоров; 9 – стенд для обкатки компрессоров; 10 – стенд для испытания масляных насосов компрессоров

Анализ функциональности автотормозного оборудования включает в себя оценку его надежности, эффективности и соответствия стандартам безопасности. Надежность системы определяется способностью работать без сбоев и неполадок в течение длительного времени. Эффективность определяется степенью контроля над скоростью, точностью торможения и способностью предотвращать чрезвычайные ситуации. Соответствие стандартам безопасности позволяет убедиться, что система отвечает требованиям безопасности во время эксплуатации.

Анализ функциональности автотормозного оборудования является важным шагом в разработке и ремонте тепловозов. Представленный текст дал обзор основных компонентов системы и основные критерии оценки их работы. Правильное функционирование и надежность автотормозного оборудования существенно влияют на безопасность и эффективность железнодорожных перевозок.

**Список использованных источников**

1. РК 103.11.318-2004. Руководство по ремонту тепловозов РК 103.11.318-2015, стр.25
2. Меренцев С.П. Автоматный цех локомотивов. М.: Транспорт, 2016. С. 146.
3. Бервинов В.И. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов : учебное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / В.И. Бервинов, В.И. Бервинов, Е.Ю. Доронин, И.П. Зенин; под ред. В.И. Бервинова. М.: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2008.

## ANALYSIS OF THE FUNCTIONALITY OF AUTOMATIC EQUIPMENT FOR THE REPAIR OF LOCOMOTIVES

*This article analyzes the functionality of automatic equipment for the repair of diesel locomotives*

**Keywords:** *automatic machine shop, repair of locomotive equipment*

УДК 621.43

## АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЦИЛИНДРОВОЙ КРЫШКИ ДИЗЕЛЯ ПД1М

*Шишкин А.В., Ткаченко О.В.*

*Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Оренбург, Россия*

*В настоящей статье производится анализ неисправностей цилиндровой крышки дизеля ПД1М.*

**Ключевые слова:** *ПД1М, цилиндровая крышка дизеля, неисправности.*

Российские железные дороги играют ключевую роль в обеспечении транспортных потребностей населения и экономики страны. При огромных российских пространствах железные дороги являются гарантом экономического и социального развития страны, проведения экономических преобразований, укрепления административно-политической целостности, нормального функционирования сложного хозяйственного комплекса России.

Необходимость реформирования железнодорожного транспорта стала очевидна в свете произошедших в России в конце прошлого века радикальных экономических и политических перемен, в результате которых стремительно развивающаяся экономика страны столкнулась с рядом серьезных диспропорций в развитии российских железных дорог.

Цилиндровая крышка дизеля является одной из наиболее важных частей силового агрегата дизельного двигателя ПД1М. Она выполняет несколько ключевых функций, включая герметизацию цилиндров и распределение рабочей среды. Именно поэтому, в случае неисправностей крышки, работоспособность и надежность двигателя могут быть серьезно нарушены.

Выявление неисправностей цилиндровой крышки дизеля ПД1М является важным шагом в обслуживании и ремонте данного двигателя. Для определения возможных неисправностей проводится комплексный анализ, включающий следующие этапы:

- **Визуальный осмотр:** осмотр крышки на наличие трещин, коррозии, вытекания масла или охлаждающей жидкости.
- **Диагностика с помощью специальных инструментов:** использование микроскопа, эндоскопа, манометра для выявления скрытых дефектов.
- **Использование диагностических программ:** подключение к компьютеру для определения кодов ошибок и анализа данных с датчиков.

Основные проблемы, с которыми может столкнуться цилиндровая крышка дизеля ПД1М, включают такие неисправности, как трещины или поломки поверхности, износ уплотнительных элементов, протечки охлаждающей жидкости, а также неисправности с дроссельными клапанами и топливными форсунками. [1]

Одним из наиболее распространенных типов неисправностей цилиндровой крышки являются трещины и поломки поверхности. Трещины могут возникать из-за перегрева

двигателя, несоответствия параметров охлаждения или механических повреждений. Их обнаружение может быть затруднено, поскольку трещины часто находятся в недоступных местах, например, под клапанной крышкой.

Однако, при помощи инспекций и использования специального оборудования, такого как эндоскопы или ультразвуковые сканеры, трещины могут быть определены.

Износ уплотнительных элементов также может привести к нарушению нормальной работы цилиндровой крышки. Уплотнительные элементы, такие как прокладки или уплотнительные кольца, могут изнашиваться со временем и терять свои герметичные свойства. Это может привести к протечкам топлива, масла или охлаждающей жидкости, что, в свою очередь, может вызывать различные проблемы, такие как снижение эффективности работы двигателя или повышение температуры его нагрева.

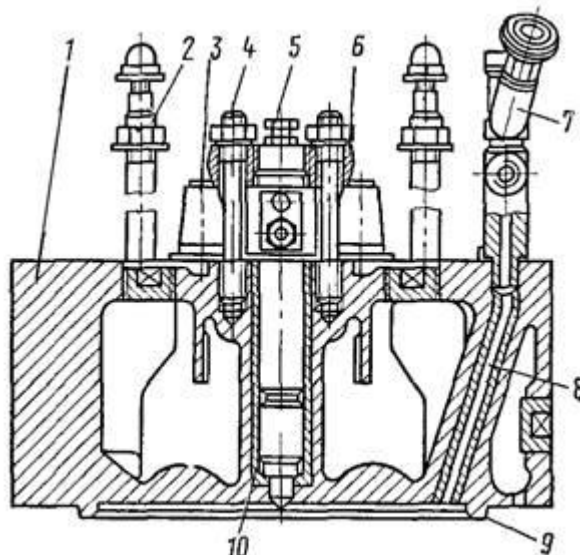


Рисунок 1 – Крышка цилиндра: 1 - корпус, 2, 4 - шпильки; 3 - направляющие втулки впускного и выпускного клапанов, 5 - форсунка, 6 - фланец, 7 - кран индикаторный, 8 - трубка, 9 - бурт уплотнительный, 10 – гильза.

Отверстия под клапаны имеют обработанные посадочные места. В отверстия крышки для направления клапанов запрессованы чугунные втулки, длинные — выпускных, короткие — впускных клапанов. Сквозные отверстия в крышке служат для прохода штанг толкателей. В центре крышки запрессована стальная втулка для установки форсунки. По наружному контуру крышки имеются восемь отверстий для прохода шпилек крепления крышки к блоку дизеля.

Четыре шпильки служат для крепления клапанной коробки и ее крышки. Внутри крышки проходит канал, идущий от ее днища к отверстию в приливе на боковой поверхности крышки. В прилив ввернут индикаторный кран [2].

Наконец, возможны также неисправности, связанные с дроссельными клапанами и топливными форсунками, которые находятся на цилиндровой крышке. Дроссельные клапаны регулируют процесс впуска и выпуска рабочей среды, а топливные форсунки отвечают за подачу топлива в цилиндры. Если эти элементы неисправны, это может привести к проблемам с идентичными симптомами, например, неравномерности работы двигателя или его низкой эффективности [3].

Итак, для полноценного анализа неисправностей цилиндровой крышки дизеля ПД1М необходимо провести тщательную инспекцию и применять соответствующее диагностическое оборудование. Это позволит выявить и устранить любые неисправности, восстановить работоспособность двигателя и обеспечить его надежное функционирование в будущем.

**Список использованных источников**

1. РК 103.11.318-2004. Руководство по ремонту тепловозов РК 103.11.318-2017, стр.25
2. Меренцев С.П. Ремонт дизеля ПД1М. М.: Транспорт, 2016. С. 146.
3. Бервинов В.И. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов : учебное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / В.И. Бервинов, В.И. Бервинов, Е.Ю. Доронин, И.П. Зенин; под ред. В.И. Бервинова. М.: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2008.

**MALFUNCTION ANALYSIS OF THE PD1M DIESEL CYLINDER COVER**

*This article analyzes the malfunctions of the PD1M diesel cylinder cover*

**Keywords:** PD1M, diesel cylinder cover, malfunctions

УДК 629.7. 04.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С  
ОБОЛОЧЕЧНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ**

*Шищенко Е.В., Новикова В.Н.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*В статье рассматриваются вопросы особенностей расчета уплотнительных соединений с оболочечным элементом; проблемы определения рациональных размеров тонкостенного оболочечного элемента уплотнительного соединения на этапе проектирования; как один из вариантов оптимизации выбора рациональных размеров тонкостенного оболочечного элемента уплотнительного соединения, рассматривается использование многофакторного анализа.*

**Ключевые слова:** *уплотнительное соединение, тонкостенный оболочечный элемент, определение рациональных размеров тонкостенных оболочечных элементов, пластическая деформация тонкостенного оболочечного элемента, потеря свойств тонкостенного упругого элемента, разрушение оболочечного элемента, проектирование и расчет уплотнительного соединения с тонкостенным упругим элементом.*

Тонкостенные оболочечные элементы все чаще используются в уплотнительных соединениях различного назначения, в том числе и на электрическом транспорте. Это объясняется тем, что по сравнению с клапанным соединением типа «металл-металл» обеспечивается более высокая герметичность и стойкость соединения от воздействия внешней агрессивной среды, а по сравнению с соединением типа «металл-полимер» обеспечивается большая стойкость к действиям повышенных температур и давлений. Кроме того, тонкостенные оболочечные элементы в уплотнительных соединениях обеспечивают равномерное распределение контактного давления по периметру соединения, повышенную устойчивость к внешним как статическим, так и динамическим нагрузкам, снижение трения поверхностей соединения, а также имеют лучшие технологические и массогабаритные показатели.

При формировании уплотнительного стыка тонкостенные оболочечные элементы в уплотнительных соединениях легко деформируются, принимая форму ответной детали.

Ввиду конструктивных и технологических особенностей, наибольшее распространение на электрическом транспорте получили оболочечные элементы цилиндрической формы, рис. 1

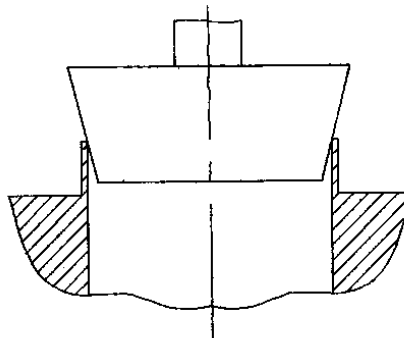


Рисунок 1 – Клапанное уплотнение с тонкостенным элементом

Одной из существенных проблем использования тонкостенных оболочечных элементов является то, что их габаритные параметры (в частности толщина) выбирают в большей мере эмпирически путем для тех или иных конструкций, предназначенных для работы в соответствующих условиях. Имеющиеся инженерные методики не позволяют с высокой степенью точности определить рациональные размеры тонкостенных оболочечных элементов. Даже для заданных условий эксплуатации граничные величины соответствующей рассматриваемой области размеров тонкостенных оболочечных элементов весьма зыбкие.

Если представить область рациональных размеров той же простейшей с технологической точки зрения цилиндрической формы тонкостенного оболочечного элемента в виде некоторого множества с граничными точками, то определение окрестностей этих точек является довольно сложной задачей. Даже небольшое отклонение от минимальной погрешности может привести как к потере упругим элементом его положительных свойств, так и к пластической деформации самого тонкостенного элемента с его дальнейшим разрушением.

Таким образом, многообразие аспектов при рассмотрении и проектировании уплотнительных соединений с тонкостенным оболочечным элементом значительно осложняет проблему оптимизации выбора рациональных размеров оболочечного элемента той или иной конфигурации на этапе проектирования.

Для решения этой проблемы предлагается использовать многофакторный анализ, основанный на теории множеств. Для этого, факторы, влияющие на выбор рациональных размеров тонкостенного оболочечного элемента уплотнительного соединения, подразделяются на группы по соответствующим характеристическим признакам. Одну из групп составляют факторы, отражающие специфику условий эксплуатации – диапазон температур, давление среды, вариации механических воздействий (с учетом как статических, так и динамических нагрузок), физико-химические параметры среды. Другую факторную группу образуют требования к конструкции, в которую входит уплотнительное соединение – быстродействие, устойчивость к вибрациям, к ударным нагрузкам, массогабаритные показатели, трение. В еще одну, более узкую факторную группу, входят требования непосредственно к уплотнительному соединению с тонкостенным оболочечным элементом – нагрузки, которые требуется выдерживать, точки наибольших нагрузок на тонкостенный оболочечный элемент, предел упругости, виды нагрузок, допускаемые напряжения, а также старение материала и износ.

Указанные группы факторов представлены графически в виде пересекающихся областей на рисунке 2.

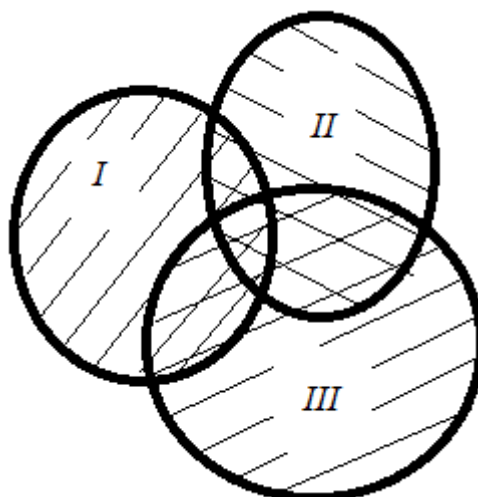


Рисунок 2 – Условное графическое изображение групп факторов, влияющих на выбор тонкостенного оболочечного элемента уплотнительного соединения

Согласно рисунку 2, три условных группы факторов имеют четыре области пересечения и шесть точек пересечения. Области пересечения показывают «узкие места» конструкции, в которую входит уплотнительное соединение, самого уплотнительного соединения и тонкостенного элемента конструкции этого соединения. Точки пересечения определяют граничные условия. В окрестности каждой точки можно определить пределы и, соответственно, с некоторыми приближениями относительные рациональные размеры тонкостенного оболочечного элемента.

Примем произвольные начальные данные по граничным условиям:

$$f_1^{(1)} = A, f_2^{(1)} = 0, f_3^{(1)} = 0, f_4^{(1)} = 0, f_5^{(1)} = 0, f_6^{(1)} = 0; \tag{1}$$

$$f_1^{(2)} = 0, f_2^{(2)} = B, f_3^{(2)} = 0, f_4^{(2)} = 0, f_5^{(2)} = 0, f_6^{(2)} = 0; \tag{2}$$

$$f_1^{(3)} = 0, f_2^{(3)} = 0, f_3^{(3)} = 0, f_4^{(3)} = 0, f_5^{(3)} = C, f_6^{(3)} = 0; \tag{3}$$

Допустим, что  $A, B, C$  – произвольные числа, отличные от нуля, которые могут быть взяты равными единице.

Находим последовательные решения трех задач Коши, применяя метод Рунге-Кутты. Образуя из трех найденных частных решений линейную комбинацию и подставляя ее в граничные условия, получаем однородную систему уравнений:

$$\begin{cases} c_1 f_2^{(1)} + c_2 f_2^{(2)} + c_3 f_2^{(3)} = 0 \\ c_1 f_3^{(1)} + c_2 f_3^{(2)} + c_3 f_3^{(3)} = 0 \\ c_1 f_4^{(1)} + c_2 f_4^{(2)} + c_3 f_4^{(3)} = 0 \end{cases} \tag{4}$$

Если определитель системы уравнений (4) равен нулю, то граничные условия выполняются и каждый из заданных параметров приближается к допустимым границам.

Ввиду большого количества рассматриваемых факторов удобно вычисления, используя программные средства, например Maple или MATLAB.

В статье представлен упрощенный расчет без дополнительных уточнений и представлены общие положения предлагаемой методики, основанной на теории многофакторного анализа, теории множеств и без детального рассмотрения этой методики с учетом интеграции с иными инженерными методиками, отражающими более детальные аспекты и дополняющие предлагаемую методику.

#### Список использованных источников

1. Долотов А.М, Огар П.М., Чегодаев Д.Е. Основы теории и проектирования уплотнений пневмогидроаппаратуры летательных аппаратов: учебное пособие. М.: Изд-во МАИ, 2000. 296 с.
2. Мулюкин О.П. Методы расчета и принципы проектирования высокоресурсных клапанных агрегатов: дисс. д-ра техн. наук: 05.07.05. Самара: СГАУ, 1995. 396с.
3. Ермоленко Г.Ю. Метод опорных функций для решения задач математики и механики // Вестник СамГТУ. 2004. № 6. С.126-127.
4. Безденежных С.Н., Шепелин П.В. Математическое моделирование и проектирование систем тягового подвижного состава // Вестник транспорта Поволжья. 2022. № 5 (95). С. 7-12.

#### OPTIMIZATION OF THE CHOICE OF RATIONAL DIMENSIONS IN THE DESIGN OF SEALING JOINTS WITH A SHELL ELEMENT

*The article discusses the issues of the specifics of the calculation of sealing joints with a shell element; the problems of determining the rational dimensions of a thin-walled shell element of a sealing joint at the design stage; as one of the options for optimizing the choice of rational dimensions of a thin-walled shell element of a sealing joint, the use of multifactor analysis is considered.*

**Keywords:** *sealing joint, thin-walled shell element, determination of rational dimensions of thin-walled shell elements, plastic deformation of thin-walled shell element, loss of properties of thin-walled elastic element, destruction of shell element, design and calculation of sealing joint with thin-walled elastic element.*

УДК 629.4.023

#### К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ НАНОПОКРЫТИЙ ДЛЯ КУЗОВОВ И ДЕТАЛЕЙ ВАГОНОВ

Шмойлов А.Н., Печенкина Ю.А.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», Самара, Россия

*В данной статье приведена наиболее распространенная проблема, связанная со способностью металлических поверхностей железнодорожных вагонов противостоять коррозии. Представлен подбор и обоснование правильного выбора антикоррозийного покрытия на основе высокоочищенных минеральных масел с инновационными ингибиторами коррозии для обеспечения защиты металла и любых металлических поверхностей вагонов на длительный срок эксплуатации. Также описаны преимущества нано покрытий для защиты металла от коррозии.*

**Ключевые слова:** *коррозия, защитные свойства, металлические поверхности железнодорожных вагонов, нан частицы.*

Детальное изучение проблемы усталостного разрушения конструкций различных элементов транспортных механизмов и устройств, железнодорожного транспорта



приводит к следующим неутешительным выводам: коррозия металлических поверхностей является преобладающей. Из технической литературы известно, что коррозия – это процесс разрушения металла при воздействии влаги, кислорода и других химически активных веществ и различных факторов окружающей среды. Было установлено, что в процессе активного действия коррозии металлические детали и поверхности подвижного состава из металла могут утратить свои прочностные свойства и стать негодными для дальнейшей эксплуатации.

Установлено, что процессы коррозии основных элементов железнодорожных вагонов приводят к значительным финансовым потерям и убыткам в ОАО «РЖД» и с большей долей вероятности влекут за собой значительные объемы капитальных и текущих ремонтов подвижного состава. Важно отметить, что процессы коррозии подвижного состава, в частности кузовов и деталей вагонов опасны еще и тем, что могут привести к угрозе для жизни людей (т.е. речь идет о железнодорожных вагонах в составе электричек, пассажирских поездов).

В результате анализа различных источников было установлено, что значительная агрессивность окружающей среды, высокая влажность, присутствие разнородности структур различных металлов и их составов, частое воздействие на поверхность атмосферных осадков, воздействие пыли и другими перевозимыми частицами от соли, угля и минеральных удобрений являются основными причинами коррозии железнодорожных вагонов:

Существует высокая вероятность влияния представленных выше негативных факторов на прочностные свойства различных металлических поверхностей основных элементов железнодорожных вагонов. Выявлена прямая зависимость, с вероятностью более 90%, прогресса корродирующих процессов металлических изделий от определенных свойств пленок на поверхности данных металлов [1, с. 5].

Рост температуры приводит к повышению защитных свойств данных защитных покрытий, т.к. возрастают защитные свойства таких пленок. Данное явление важно учитывать при эксплуатации железнодорожных вагонов в различных климатических зонах [2, с. 2135].

Проведена работа по подбору и обоснованию правильного выбора антикоррозийного покрытия на основе инновационных ингибиторов коррозии для обеспечения защиты металла и любых металлических поверхностей вагонов на значительный срок эксплуатации.

Нано покрытие изменяют молекулярную структуру в пограничных слоях металла и агрессивной среды и практически полностью исключают пагубное разрушающее воздействие данных сред при эксплуатации вагонов. Приведенные выше составы нано покрытий эффективно работают с различными марками стали и видами металлов.

Кроме того, нано покрытия позволяют повысить антикоррозионные свойства уже оцинкованных деталей или обработанных другими антикоррозионными составами, тем самым удваивая защиту металла.

Преимущества нано покрытий приведены на рисунке 1.

Из рисунка видно, что данные защитные покрытия имеют много преимуществ по сравнению с другими защитными покрытиями.

Наноструктуры – это уникальные материалы, которые состоят из частиц крошечного размера. Изменяя состав и структуру нано материалов, можно получать физические свойства, недостижимые для обычных кристаллов и пленок. Дело в том, что решетку из нано частиц гораздо проще подстроить под определенные задачи – например, сделать ее прочнее.

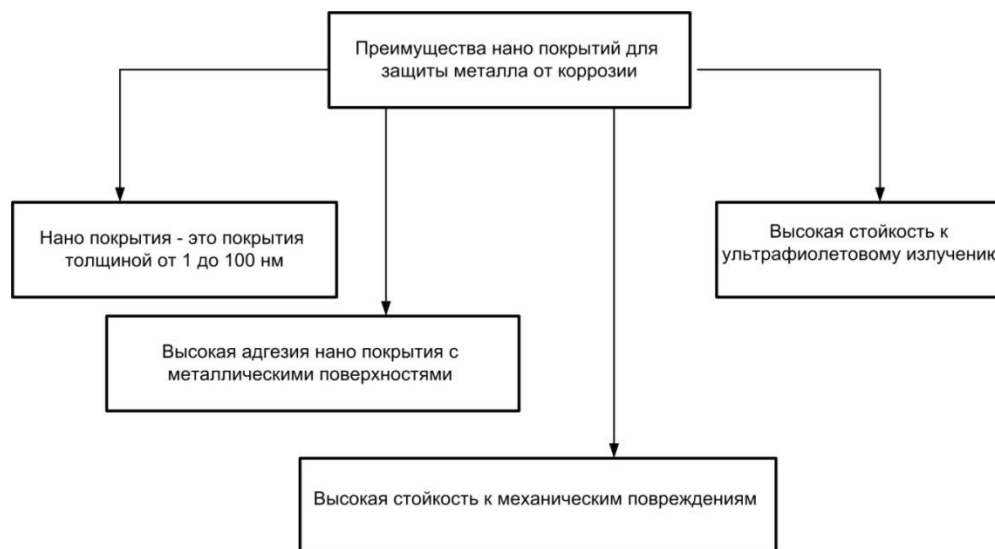


Рисунок 1 – Преимущества нанопокрытий для защиты металла от коррозии железнодорожных вагонов

Для достижения поставленной цели по выбору оптимального состава защитных покрытий от коррозии был проведен анализ свойств различных инновационных средств защиты кузова и деталей транспортных средств, проведены расчеты для обоснования экономической целесообразности применения того или иного антикоррозионного покрытия на деталях железнодорожных вагонов, учитывающие технические особенности эксплуатации вагонов.

Критериями оценки для анализа были выбраны следующие: назначение (необходимость мощной антикоррозионной защиты от любых агрессивных воздействий), химические и физические свойства покрытия (обеспечение долговременной антикоррозионной защиты металла от всех форм влаги, высокую адгезию к металлу и другим материалам), область применения (внутренние поверхности кузова, днище, пороги, болты, петли, скрытые полости и. т. д) [3, с. 303].

На основе проведенного анализа и рассчитанного экономического эффекта от использования защитного нано покрытия для кузовов и деталей вагонов было выбрано средство «Нанопротек антикор».

Важным преимуществом данного нано покрытия для основных элементов кузовов и деталей вагонов является его долговечность. Благодаря высокой стойкости к истиранию и ультрафиолетовому излучению, покрытие сохраняет свои свойства на протяжении длительного времени. Это значительно увеличивает срок службы металлической поверхности и конструкции в целом, снижает необходимость в ее частом обновлении и ремонте. Таким образом, использование защитного нанопокрытия значительно экономит время и ресурсы, а также улучшает эффективность и надежность производственных процессов.

Такие свойства позволяют приобрести обработанному данным защитными составами оборудованию железнодорожного транспорта определенный запас прочности и долговечности при эксплуатации.

После нанесения защитного покрытия «Нанопротек антикор», отрицательное воздействие воды и влаги на металл – прекращается, что способствует остановки коррозии металла вагонов. Уменьшение экономических затрат на восстановление поврежденных коррозии металлических элементов вагона составит порядка 70 тыс. рублей на один вагон в год.

**Список использованных источников**

1. Лазуткина О.Р. Химическое сопротивление и защита от коррозии: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 140 с.
2. Иконникова К.В., Иконникова Л.Ф., Колтунова Е.А. Оценка влагопоглощающей способности железоксидных пигментов методом РН-метрии // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-10. С. 2134-2137.
3. Комендантова М.А., Шмойлов А.Н. Высокоэффективные защитные покрытия для кузовов и деталей вагонов // Материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции. Нижний Новгород. 2022. С. 302-304.

**ON THE ISSUE OF USING UNIQUE PROTECTIVE NANOCOATS FOR CAR BODIES AND PARTS**

*This article presents the most common problem related to the ability of metal surfaces of railway cars to resist corrosion. The selection and justification of the correct choice of an anticorrosive coating based on highly purified mineral oils with innovative corrosion inhibitors to ensure the protection of metal and any metal surfaces of wagons for a long service life is presented. The advantages of nano coatings for protecting metal from corrosion are also described.*

**Keywords:** *corrosion, protective properties, metal surfaces of railway cars, nano particles.*

УДК 65.011.56

**ИНФОРМАЦИЗАЦИЯ В СЕРВИСЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

*Эрлих Н.В., Эрлих А.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*АО «НИИАС» – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт  
информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте,  
Москва, Россия*

*В статье рассматривается вопрос взаимодействия всех участников перевозочного процесса при организации отправления грузов, порожнего подвижного состава и корректировки при планировании.*

**Ключевые слова:** *железнодорожный транспорт, «Цифровая железная дорога», информационные системы, автоматизированные системы, перевозочный процесс, модуль ДМ ЗИ, планирование, взаимодействие.*

Рынок грузовых перевозок достаточно динамичен, он меняется под воздействием самых разнообразных факторов (изменение спроса и предложения на мировых рынках, инвестиции в развитие транспортных организаций и др.) и это постоянно необходимо железнодорожникам учитывать. Нельзя недооценивать риск потери груза и клиента на рынке транспортных услуг.

Задача для ОАО «РЖД» – это поиск технологических решений, позволяющих выстроить для конкретного клиента эффективную логистическую схему с использованием железнодорожного транспорта и создавать такие условия, при которых отправка груза по железной дороге будет наиболее выгодным вариантом. При оказании услуг по перевозке необходимо соответствовать требованиям клиента и в этом случае транспорт стремится обеспечить надежные и эффективные транспортные связи между поставщиками и потребителями.

Транспорт, взаимодействуя с разными отраслями экономики, влияет на технологические процессы предприятий, организаций и т.д. При этом транспорт

выполняет одну и ту же работу, участвуя в логистических цепях поставок продукции или сырья многоотраслевой экономики. Для того чтобы участвовать в логистических цепях поставок, надо четко знать и ориентироваться в движении материальных, информационных, финансовых потоках при соединении (обеспечении транспортом) производителей и потребителей, а также четко выполнять перевозочный процесс и свои показатели.

Одним из наиболее распространённых способов организации грузовых перевозок является железнодорожный транспорт. Железнодорожный транспорт является ведущим в сфере внедрения новейших технологий, облегчающих и удешевляющих перевозку.

Благодаря инновационным подходам в развитии информационных технологий, коммуникаций, появлению новой техники происходят огромные перемены в современных транспортно-логистических услугах.

Пандемия ускорила гибкость принятия решений в цепочке поставок за счет резкого развития цифровизации, электронного документооборота, цифровых технологий. Поэтому многие фирмы, чтобы обеспечить бесперебойную работу своих операций, перешли на цифровые технологии. При этом, влияние человеческого фактора на оформление документов заметно снизилось и резко снизило появление ошибок, но ускорило доставку документов и исключило в пути следования их потерю. Также эти технологии позволили отслеживать грузы в реальном режиме времени.

Например, высокотехнологичная цифровая платформа ЭТП ГП является сервисом, который полностью заменяет бумажное оформление грузовых перевозок. Платформа, владельцем которой является дочернее предприятие ОАО «РЖД» – ООО «Цифровая логистика», полностью ориентирована на клиентов. Цифровая платформа позволяет оформлять и отслеживать транспортировку грузов.

Продолжая сталкиваться с цепочкой поставок и логистическими проблемами из-за пандемии и других факторов, и чтобы обеспечить бесперебойную работу своих операций многие фирмы перешли на цифровые технологии.

В соответствии с долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года холдинг ОАО «РЖД» приступил к созданию и выполнению концепции «Цифровая железная дорога».

Проект «Цифровая железная дорога» предназначен повысить качество предоставляемых транспортных, логистических услуг за счет внедрения в перевозочный процесс информационных технологий. При этом все внедряемые информационные системы и технологии должны быть взаимосвязаны между собой и работать в едином информационном пространстве, с максимальным уровнем автоматизации производственного процесса [3].

На железнодорожном транспорте при планировании, организации логистических процессов функционируют программы АС ЭТРАН, АСОУП-3, АСУ МР, ДМ ЗИ и др. Клиенты (грузоотправители, грузополучатели, операторы, собственники подвижного состава) с использованием Интернет технологий и мобильных приложений передают информацию в АС ЭТРАН. Данные из программы АС ЭТРАН поступают в АСОУП-3 и АСУ МР, ДМ ЗИ и т. д

Цифровизация в транспортной отрасли и на железнодорожном транспорте является инструментом качества оказываемых услуг с учетом получения в процессе перевозки грузов оперативных данных online, т.е. инструмент автоматизации технологических цепочек операций с объектами и набора необходимых функций для всех участников перевозочного процесса.

Чтобы оказывать услуги по перевозке грузов качественно, необходимо постоянно осуществлять мониторинг перевозочного процесса, обеспечивать постоянный контроль погрузки и выгрузки, контролировать планирование заявок ГУ-12 с учетом

технологических возможностей инфраструктуры. Можно отметить, что требуется расширение зоны логистического контроля погрузки и продвижения грузопотоков. Здесь без информационных и цифровых технологий не обойтись. Они не просто поддерживают перевозочный процесс, но и способствуют рациональному использованию ресурсов железнодорожного транспорта и ее инфраструктуры.

Для того, чтобы рационально использовать ресурсы железнодорожного транспорта и ее инфраструктуры, в разрезе необходимом и достаточном надо иметь данные о перевозках грузов на планируемый период, сглаживая неравномерность перевозок за счет ритмичности перевозок, т.е. совершенствуя планирование перевозок. Разработанные программные средства, основанные на технологии «Big data», позволяют осуществлять визуализацию потоков в форме диаграмм груз, грузоотправитель, грузополучатель, категория поездов, дислокация и т.д. в режиме времени.

При реализации процесса согласования заявок действует технология работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 25 ноября 2022 г. № 3090/р. Происходит информационный обмен данными из АС ЭТРАН в ДМ ЗИ на основании поданной заявки ГУ-12 любым удобным способом и при этом проверяется возможность продвижения по инфраструктуре ОАО «РЖД». Клиенту предлагаются даты для предъявления груза к перевозке. Клиент соглашается с одним из вариантов, и заявка приобретает статус «Согласована» на основе которой осуществляется планирование ресурсов и организация перевозки на следующие сутки.

Постоянный контроль программой согласованных заявок на предмет приема груза к перевозке в отсутствие ограничений формирует СКПП – суточный клиентский план погрузки. Таким образом, СКПП становится площадкой для обмена информацией. В случае форс-мажорных обстоятельств с любой стороны вносятся информационные изменения, и программа предлагает вновь просчитанные варианты, т.е. все повторяется.

Железнодорожники считают, что через эти технологии появилась возможность сбалансировать погрузку и выгрузку на сети. Однако клиенты отмечают, что через СКПП происходит двойное согласование заявок на предмет наличия инфраструктурных ограничений по пути следования при внесении изменений, появляется сгущение вагонопотоков и соответственно могут отказать в выводе загруженных вагонов. При этом как быть грузоотправителям при планировании своих цепей поставок?

Вопрос заинтересованности клиентов в использовании ДМ ЗИ звучит актуально, т.к. вводится понятие альтернативный маршрут следования (используется при большой загрузке инфраструктуры и не возможности осуществить перевозку по кратчайшему маршруту следования), который не является кратчайшим и срок доставки по нему может быть несколько выше, чем при использовании кратчайшего маршрута следования. Увеличение срока доставки груза приводит к большей неопределенности в работе грузополучателей.

Возникает вопрос адекватной оценки загрузки инфраструктуры с помощью ДМ ЗИ и соотнесение получаемых оценок с состоянием станций в реальном времени через существующие АСУ. Получаемые данные из системы ДМ ЗИ возможно подкорректировать и привести к реальным оценкам получаемым из существующих АСУ с внесением корректировок в «ручном режиме». Однако, нарушается беспристрастность работы информационной системы. В работу системы вмешивается человеческий фактор, что приводит к созданию дискриминационного доступа к инфраструктуре. Возникают ситуации, что части грузоотправителей можно закрыть доступ к инфраструктуре в

«ручном режиме». Из-за наличия двойных проверок рода груза в заявке ГУ-12, возникают риски отказов принятия грузов к перевозке при имеющейся инфраструктуре.

В итоге можно отметить, что Цифровые технологии позволяют уже сейчас трансформировать процесс управления загрузкой железнодорожной сети при доработке и использовании ДМ ЗИ для оптимизации графиков движения поездов и повышения доставки грузов в срок с учетом договора на перевозку и организацию доставки «от двери до двери».

### Список использованных источников

1. Эрлих Н.В., Эрлих А.В. Необходимость развития транспортно-логистической инфраструктуры на территории Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» // Образование, наука, транспорт в XXI веке: опыт, перспективы, инновации: материалы III Всероссийской. науч.-практ. конф. с междунар участ. Самара, Оренбург: ОрИПС, 2012. С. 121–123.
2. Эрлих Н.В., Эрлих А.В. Ответственность перевозчика за доставку груза «точно в срок» // Наука и образование транспорту. 2015. №1. С.60-62.
3. Эрлих А.В., Эрлих Н.В. «Цифровая железная дорога» и железнодорожная станция // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения 18-19 апреля 2023. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС. 2023. С. 386-388.
4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 25 ноября 2022 г. № 3090/р «Об утверждении технологии работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при реализации процесса согласования заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на перевозку порожних грузовых вагонов» // Портал ГАРАНТ.РУ. URL: <https://base.garant.ru/406147015>.

### INFORMATIZATION IN THE FREIGHT TRANSPORTATION SERVICE

*The article deals with the issue of interaction of all participants in the transportation process in the organization of the departure of goods, empty rolling stock and adjustments in planning*

**Keywords:** railway transport, «Digital railway», information systems, automated systems, transportation process, DM ZI module, planning, interaction

УДК 65.011.56

### ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРИЕМЕ ГРУЗА К ПЕРЕВОЗКЕ

*Эрлих Н.В., Эрлих А.В.*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»,  
Самара, Россия*

*АО «НИИАС» – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт  
информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте,  
Москва, Россия*

*В статье рассматривается вопрос взаимодействия грузоотправителей при коммерческом осмотре вагонов и передачи информации на станцию с применением новых технологий при приеме груза к перевозке.*

**Ключевые слова:** *Железнодорожный транспорт, «Цифровая железная дорога», информационные системы, автоматизированные системы, перевозочный процесс, «Цифровой приемосдатчик», технические средства при коммерческом осмотре вагонов.*

Несмотря на проводимую профилактическую работу, на сети дорог сохраняется повышенное влияние риск-факторов на обеспечение безопасности движения. Для того чтобы сократить эти риски на сети железных дорог организованы ПКО и ПКБ.

По итогам 2021- 2022 годов на ПКО и ПКБ обнаружены и отцеплены вагоны с коммерческими неисправностями, угрожающими безопасности движения по причинам нарушения требований Технических условий размещения и крепления грузов,

превышения трафаретной грузоподъёмности, инцидентов с опасными грузами, случаи отправления открытого подвижного состава с остатками перевозимого груза, не очисткой подвижного состава.

Показательным примером явилось выявление в феврале 2022 года на станции Магнитогорск-Грузовой Южно-Уральской железной дороги по документам порожнего полувагона с излишком массы груза 70650 кг, принятого к перевозке на станции Куйбышевской железной дороге. Причинами допущенного случая явились неполная выгрузка грузополучателем - Службой пути Куйбышевской дирекции инфраструктуры груза – щебень и нарушение работниками станции технологии приёма вагона к перевозке.

Риски нарушения технологии приёма груженых и порожних вагонов к перевозке представлены на рисунке 1.

Одним из факторов некачественного приёма груза к перевозке, являются условия, согласно которым приемо-сдаточные операции осуществляются на выставочных путях с контактной сетью, а также повышенных путях. Такие условия исключают подъём приемо-сдатчика на вагон и, как следствие, создают риски приёма вагонов к перевозке с нарушениями, создающими угрозу безопасности движения поездов.

Как пример, можно отметить, что на станциях полигона Куйбышевской ж.д. заключено 44 договора с условиями, не позволяющими качественно принять вагоны к перевозке.

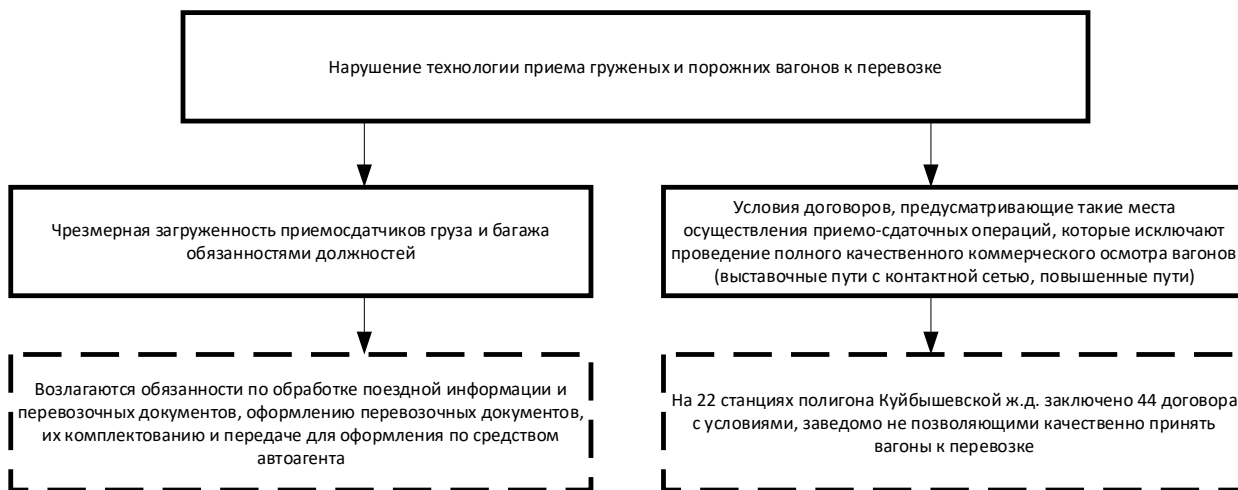


Рисунок 1 – Риски нарушения технологии приёма груженых и порожних вагонов к перевозке

На сети осуществляется оптимизация работников железнодорожных станций, что также влияет на качество приема груза к перевозке. Широкого распространения практики по возложению на работников грузового цеха – приемо-сдатчиков груза и багажа, обязанностей по обработке поездной информации и перевозочных документов. Из-за чрезмерной загруженности приемо-сдатчиков, зачастую, без фактического выхода работника к вагонам из-за нехватки времени, также создаёт риски некачественного приёма гружёных и порожних вагонов к перевозке, что в свою очередь создаёт предпосылки к возникновению нарушения безопасности движения поездов.

Как отмечалось в статье [1] одним из сложных и необходимых элементов перевозочного процесса является коммерческий осмотр вагонов и грузов, которые сдаются и принимаются на/с пути необщего пользования (ПНП) приемо-сдатчиками груза станции, который производит наружный осмотр вагонов, проверяет целостность кузова вагона, исправность запорных устройств, люков, пола и т.д., наличие и исправность пломб. Коммерческий осмотр

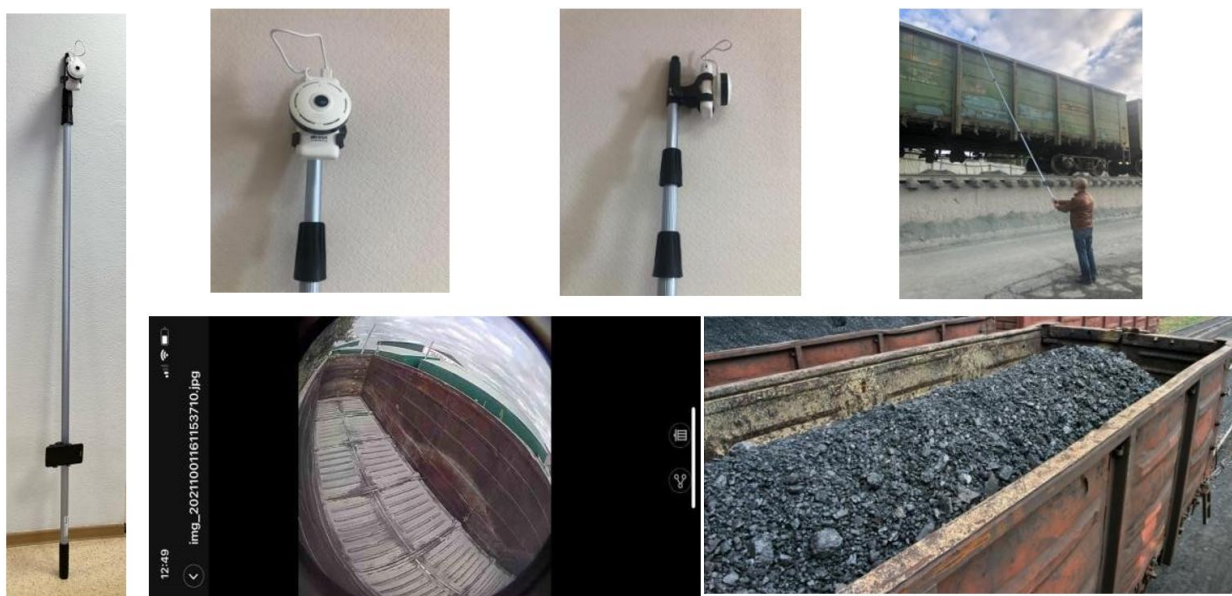


Рисунок 2 – Портативное устройство для проведения коммерческого осмотра вагонов

Фактически «Цифровой приемосдатчик» совместно с простыми техническими средствами становится следующим шагом в проведении коммерческого осмотра вагонов. Потенциальное использование нейросетей для обработки видеоданных коммерческого осмотра приведет к возможности создания интеллектуального коммерческого осмотра.

#### Список использованных источников

1. Эрлих Н.В., Чиндина Н.В. О технологии приема порожних и груженых вагонов к перевозке в цифровом формате «цифровой приемосдатчик» // Вестник транспорта Поволжья. 2022. №4 (94). С.69-74.
2. Эрлих Н.В., Эрлих А.В. Изменение технологии работы с потребителями транспортных услуг в новых условиях цифровизации // Вестник транспорта Поволжья. 2021. №4 (88). С.69-73.
3. Эрлих Н.В., Эрлих А.В. Цифровизация в сфере грузовых перевозок /«Инновационные технологии на железнодорожном транспорте» // Материалы конференции с международным участием. 20-21 октября 2021 – М: РУТ (МИИТ). 2022. С. 451-456.
4. Эрлих А.В., Эрлих Н.В. «Цифровая железная дорога» и железнодорожная станция // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения 18-19 апреля 2023. Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС, 2023. С. 386-388.
5. Эрлих Н.В., Эрлих А.В. Ответственность перевозчика за доставку груза «точно в срок» // «Наука и образование транспорту». 2015. №1. С.60-62.

#### TECHNOLOGIES FOR RECEIVING CARGO FOR TRANSPORTATION

*The article deals with the issue of interaction of shippers during the commercial inspection of wagons and the transfer of information to the station using new technologies when accepting cargo for transportation.*

**Keywords:** *Railway transport, "Digital railway", information systems, automated systems, transportation process, "Digital transceiver", technical means for commercial inspection of wagons.*