

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА –
филиал ФГБОУ ВО
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Труды XXVI Всероссийской
научно-практической конференции
(г. Красноярск, 03.11.2022 г.)**

ТОМ 1

**Секция «Транспортные системы»
Секция «Эксплуатация железных дорог»
Секция «Инфраструктура железных дорог»**

Красноярск
КрИЖТ ИрГУПС
2022

УДК 001 : 37

И 66

Инновационные технологии на железнодорожном транспорте: труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 03.11.2022 г.) : Т. 1: Секция «Транспортные системы»; секция «Эксплуатация железных дорог»; секция «Инфраструктура железных дорог» / редкол. : В.А. Поморцев (отв. ред.) [и др.] ; КРИЖТ ИрГУПС. – Красноярск: КРИЖТ ИрГУПС, 2022. – 255 с.

Настоящая публикация является сборником трудов всероссийской научно-практической конференции, прошедшей в г. Красноярск 3 ноября 2022 года. Организатором конференции выступил Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

В 1-й том сборника вошло 50 статей секций «Транспортные системы», «Эксплуатация железных дорог» и «Инфраструктура железных дорог».

При использовании настоящего материала ссылки на сборник обязательны. Название программных продуктов, изделий, фирм и др., встречающиеся в тексте, являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих производителей.

Редакционная коллегия:

В.А. Поморцев (отв. ред.); О.В. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Ж.М. Мороз, канд. физ.-мат. наук, доцент; В.О. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; Е.М. Лыткина, канд. техн. наук; Р.Н. Галиахметов, канд. философ. наук; О.Ю. Дягель, канд. эконом. наук

E-mail: kright@krsk.irgups.ru

Тел. (391) 248-16-44

ISBN 78-5-90329-81-0 (общ.)
78-5-90329-82-7 (Т.)

© Красноярский институт
железнодорожного транспорта, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»	7
Влияние заземления опор контактной сети на работу устройств ЖАТ	7
Е. И. Банкерова	
Рефрижераторные контейнеры как определяющий фактор построения цепи поставок скоропортящихся грузов	10
Е.М. Бондаренко	
Особенности влияния искрения и дуги при токосъеме на работу смежных устройств	16
И.В. Бузаев, В.С. Ратушняк	
Об опыте работы специализированной ремонтной дистанции СЦБ	21
В. А. Володарский, А. А. Дружинина	
Способ исключения отказов при образовании «мостового» контакта в реле типа ИВГ-В, ИВГ-КРМ, ИВГ-КРМ1	24
А. А. Дружинина, Р. В. Губин, Т. В. Отт	
Применение датчиков магнитного поля на железнодорожном транспорте	33
В.О. Колмаков, Н.А. Гончарова, А.М. Золотухина, В.В. Гурина	
Повышение качества электроэнергии	39
Л.И. Жуйко, В.О. Колмаков, О.В. Колмаков	
Оценка значения коэффициента ущерба по напряжению Ошибка! Закладка не определена.	
Д.Э. Кронгауз	
Горьковская железная дорога	43
Л.С. Кущенко	
Поиск неисправностей в системах диспетчерской централизации	47
А.Е. Гаранин, А.И. Малькова	
Перспективные решения задач экологической безопасности на объектах железнодорожного транспорта	51
З.Н. Ковальков, М.В. Обуздина, Е.А. Руш	
Анализ помех, возникающих в устройствах автоматики, телемеханики и связи и способы их устранения	56
Вик.С. Ратушняк, М.А. Куликов, Вал.С. Ратушняк	
Реализация компенсирующих устройств, обеспечивающих качество электроэнергии в сетях переменного тока	60
Н.А. Рыжов	

Применение линейных синхронных электродвигателей в транспортных системах на основе магнитной левитации	62
Е.Л. Рыжова	
Внедрение светодиодных светооптических систем на сети железных дорог	69
О.В. Снеткова	
Комбинированный гидротрансформатор как основа силовой гидропередачи тепловоза	71
Н. Н. Трушин	
Энергоэффективный обогрев подстанции	76
А.Р. Христинич, Р.М. Христинич, Е.В. Христинич	
Анализ влияния транспортных систем на объекты окружающей среды	81
Н.Д. Шаванов, Н.А. Коновалова, Е.А. Руш	
 СЕКЦИЯ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»	 85
Методика выбора количества и расположения точек крепления кожуха зубчатой передачи к тяговому двигателю электровоза	85
А.Г. Андриевский	
Повышение эксплуатационной эффективности песочной системы электровоза	90
А.Г. Андриевский	
Основы появления и устранения гололедноизморозевых отложений на проводах контактной сети	94
Е.И. Банкерова	
Пути решения проблемы сокращения железнодорожных перевозок	97
Е. И. Банкерова	
Оценка влияния уровня подготовки локомотивных бригад на производительность труда	100
Т.В. Волчек	
Анализ работы электровоза переменного тока серии ЗЭС5К с поосным регулированием напряжения на тяговых электродвигателях	104
Т.В. Волчек	
Проектные решения по устройству сортировочных горок на участковых и грузовых станциях	109
А.Н. Илларионова	
Повышение надежности железнодорожного транспорта за счет применения предиктивной аналитики, цифрового моделирования и смешанной реальности	115
М.А. Мережникова	

Обеспечение безопасности движения на высокоскоростных и скоростных магистралях	120
Н.А. Молькова	
Прогрессивные подходы к организации перевозок угольной продукции в специализированных контейнерах типа «ОПЕН-ТОП»	125
Н.В. Власова, В.А. Оленцевич, М.С. Петров	
Организация экспортной контрейлерной транспортировки груза в соответствии с критериями интермодальности	131
В.А. Оленцевич, Н.В. Власова	
Перспективы развития тормозного оборудования на пассажирских поездах	138
А.О. Петров	
Разработка технологии обогрева экологически чистых туалетных комплексов (ЭЧТК) пассажирских вагонов	144
В.А. Пискунова	
Правильное распределение зон ответственности – путь к снижению простоя иностранного вагона колеи 1435 мм на станции Забайкальск	154
Е.Н. Светлакова, А.А. Перевозчикова	
Повышение надежности потребителей электроснабжения фидеров К/С 6 и 7 ЭЧЭ-9 станции Бугач	159
И.В. Моисеев, А.Ю. Смахтина	
Оптимизация перевозочного процесса вождения грузовых поездов в «одно лицо»	163
В.С. Томилов	
Определение этапности реконструкции промежуточных станций участка	168
М.В. Фуфачева	
Повышение надежности СЦБ зоны ЭЧЭ-9 – ЭЧЭ -36 главный ход	173
В. В. Целитан, И.В. Моисеев	
Роль информационной трансформации при перевозке лесных грузов	177
Н.В. Рыжук, Н.В. Шаферова	
Инновационные технологии в организации движения поездов	180
Н.В. Шаферова	
Искусственный интеллект и график движения поездов	184
Н.В. Шаферова	

СЕКЦИЯ «ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»	188
Пути решения проблемы сокращения железнодорожных перевозок	188
Е. И. Банкерова	
Влияние заземления опор контактной сети на работу устройств ЖАТ	191
Е. И. Банкерова	
Новые возможности энергетического будущего железнодорожного транспорта	194
А.А. Гаврилова; В.С. Рябков	
Отказы путевых машин – под контролем	199
Е.В. Громакова	
Инфраструктура железных дорог	203
С.А. Дякин	
Структура и механические свойства рельсов, дифференцированно термоупрочненных сжатом воздухом контролируемой влажности с отдельного индукционного нагрева	206
Е.Н. Токмакова, И.Е. Перков, П.В. Иванов	
Проектные решения по устройству сортировочных горок на участковых и грузовых станциях	211
А.Н. Илларионова	
Принципы управления жизненным циклом систем железнодорожной автоматики и телемеханики	216
Г.Г. Курашева	
Горьковская железная дорога	221
Кущенко Л.С.	
Перспективы развития тормозного оборудования на пассажирских поездах	232
А.О. Петров	
Московский монорельс – от создания до ликвидации	224
С.Е. Силина	

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 65625:621.332.3

ГРНТИ 73.29.85

ВЛИЯНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА РАБОТУ УСТРОЙСТВ ЖАТ

Е. И. Банкерова

преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС КТЖТ, г. Красноярск.

Аннотация. *Статья посвящена проблемам взаимодействия устройств заземления контактной сети с устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики; рассмотрено устройство заземлений опор контактной сети и их назначение; дано пояснение работе рельсовых цепей, как в системе электроснабжения, так и в системе автоматики и телемеханики; описаны причины образования токов утечки и их возможное негативное влияние; приведены последствия нарушения устройства заземлений опор контактной сети.*

Ключевые слова: *заземление опор контактной сети, токи утечки, перенапряжения, устройства ЖАТ.*

Контактная сеть в системах тягового электроснабжения занимает ведущее место. Через скользящий контакт полоза токоприемника обеспечивается передача электрической энергии с контактного провода на электроподвижной состав, в том числе и при сложных, экстремальных погодных условиях. Заземление опор контактной сети и находящихся вблизи нее сооружений осуществляют индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединенными к тяговым рельсам или средним точкам путевых дроссель-трансформаторов (выравнивающих дросселей) непосредственно (глухим присоединением) или через защитные устройства.

Обеспечение электробезопасности объектов железнодорожного транспорта регламентируется требованиями и нормами Федеральных законов, Правилами технической эксплуатации.

При рассмотрении «Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», можно сделать вывод, что одним из важнейших условий в работе железных дорог является выполнение графика движения поездов. Всё же, соблюдение графика движения невозможно без слаженной работы служб автоматики и телемеханики, электроснабжения, движения и других [1].

Устройства электроснабжения находятся в плотной связи с устройствами автоматики и телемеханики как путем рельсовых цепей, так и при помощи устройств заземлений. Это именно касается опор контактной сети. Заземление играет огромную роль, так как в случае перенапряжения возможен выход устройств из строя. С целью ограничения возможных перенапряжений и повышения безопасности, нужно понизить сопротивление для «растекания тока». С этой целью и устанавливают защитное заземление [2].

Для того, чтобы появился ток «утечки», должна быть замкнутая эл. цепь. Нагрузкой может являться любой объект, который обладает проводимостью: труба, тело у человека, корпус электроприбора и т.д. Ну, а если токи утечки оказались огромным, тогда возникает опасность жизни для людей и инфраструктуре, которые находятся рядом. Размер утечки тока связан с количеством сопротивления изоляции проводников, которое бывает не только большим, но и маленьким при плохой изоляции. Безопасная величина утечки тока прописана. Ее можно прочитать в документах на конкретное устройство, но работа оборудования в агрессивной окружающей среде, тогда изоляция может нарушиться, и утечка тока тоже увеличится. Для предотвращения от последствия утечки тока нужно обязательно использовать средство защиты от утечки тока.

Кроме вышеперечисленных причин, токи имеют все шансы приводить к электрокоррозии. Электрокоррозия опор находится в тесной зависимости с параметрами заземления. Она представляет собой коррозию материалов под влиянием электрического тока от внешнего источника, также её называют коррозией блуждающих токов. Мы знаем, что электрифицированные ж/д применяют рельсы по типу обратного провода для возвращения тяговых токов к источнику электричества подстанции. Рельсы стоят на деревянных или железобетонных шпалах и у них нет достаточной изоляции от грунта. Из-за этого рельсовую сеть называют заземленной по всему ее расстоянию. Таким образом, это все провоцирует то, что частичка тока тяги идет к земле, а возле рельс и земли порождается разность потенциалов. Данное явление называется падением напряжения, появляющимся на переходном сопротивлении «рельс—земля», когда ток протекает через рельсы к земле. Разность зависит от возможности проводить через рельсовую сеть, эл. характеристик грунта, расположения станций, кол-ва и тяговых нагрузок [3].

Опоры контактной сети соединяют с рельсами сквозь особые заземляющие устройства: искровые промежутки диоды и тиристоры (заземлители). Заземлитель — это проводник или определенное количество соединенных проводников, которые не посредственно имеют контакт с землёй или через окружающую среду. Устройства заземления изолируют опору от рельсов в

правильном режиме работы и соединяют «наглухо» при попадании на поддерживающие сооружения высокого напряжения контактной сети. Но, этот порядок работы редко применяется.

Чтобы защитить устройства автоматики и телемеханики от перенапряжений используются следующие виды защитного оборудования:

- вентильные разрядники, созданы, чтобы ограничение возникающие в эл. сетях коммутационных и атмосферных перенапряжений, для предохранения от всевозможных пробоев в изоляции, повреждение электрооборудования и других плохих последствий.

- средства защиты от импульсных перенапряжений созданы, чтобы предостеречь электрическое оборудование от таких происшествий. Они ограничивают прохождения перенапряжения и отход импульсов тока к земле, снижая амплитуду перенапряжения до, не критичного для электроустановок.

Еще один вариант, чтобы снизить негативные влияния перенапряжения- это применение многоуровневой защиты и обходных цепей. Обходная цепь представляет собой независимую эл. цепь, благодаря которой создается возможность применить питание приемников от сети переменного тока с обходом преобразователей.

Также для уменьшения вредных факторов перенапряжений можно отметить:

- выключатели с шунтирующими резисторами;
- выключатели без повторных зажигания электрической дуги между контактами при их разведении;
- грозозащитные тросы и молниеотводы, заземляющие опоры линий электропередач
- емкостные средства защиты, чтобы изолировать обмотку трансформатора и реактора и использование емкостных элементов для уменьшения перенапряжений [2].

Таким образом, заземления опор контактной сети на работу устройств ЖАТ находится в плотной связи с устройствами электроснабжения. Заземление играет огромную роль, так как в случае перенапряжения возможен выход устройств из строя. С целью ограничения возможных перенапряжений и повышения безопасности, нужно понизить сопротивление для «растекания тока».

Список использованных источников

1. Правила технической эксплуатации, 2022г. <https://sudact.ru/law/prikaz-mintransa-rossii-ot-23062022-n-250>
2. Методические указания по применению устройств защиты от перенапряжения в устройствах ЖАТ №12021/ЦДИ от 31 марта 2021г.

Актуальные вопросы технических наук (II): материалы междунар. заоч. конф. г. Пермь, февраль 2021 г.

3. Переходные процессы в системах электроснабжения и утечка тока, её преобразования, электрокоррозия опор: В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, Л.И. Несен и др.; под ред. В.Н. Винославского. – К.: Выща. шк. Головное издательство, 2022 г. – 422 с.

УДК 656.212.7

ГРНТИ 73.29.11

РЕФРИЖЕРАТОРНЫЕ КОНТЕЙНЕРЫ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПОСТРОЕНИЯ ЦЕПИ ПОСТАВОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Е.М. Бондаренко

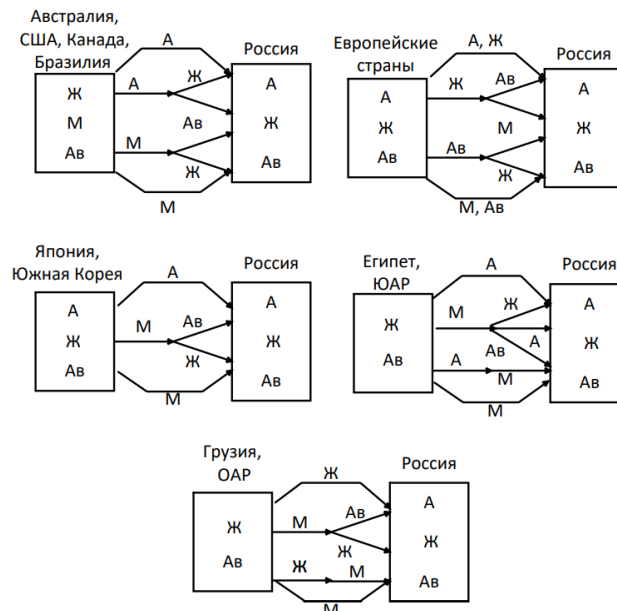
канд. техн. наук, доцент, СГУПС, г. Новосибирск

Аннотация. Доставка скоропортящейся продукции необходима для обеспечения потребностей населения, так как ежедневно каждый человек взаимодействует с данной категорией продукции при приготовлении пищи, приёме лекарственных препаратов, садоводстве и т.д. Скоропортящиеся грузы – это грузы, требующие индивидуального температурного режима и повышенного внимания.

Ключевые слова: Перевозка скоропортящихся грузов, технология «Холодный экспресс», автотранспорт, железнодорожный транспорт.

География перевозок скоропортящихся грузов весьма разнообразна: транспортировка осуществляется не только на всех континентах планеты, но и между ними. На рисунке 1 представлены схемы перевозок скоропортящихся грузов в международном сообщении. Рассмотрены особенности транспортной логистики между странами Северной и Южной Америки (США, Канада, Бразилия и др.), Африки (Египет, ЮАР), Восточной Азии (Япония, Южная Корея), Австралией и Россией. Международные перевозки скоропортящихся грузов чаще всего осуществляются морским и авиатранспортом. Также возможна смешанная перевозка: преимущественно морской/авиатранспорт с дальнейшей перегрузкой на железнодорожный/автотранспорт. Между странами Европы (Германия, Польша, Финляндия, Италия, Литва и др.) и Россией возможны прямые перевозки любым видом транспорта и комбинированные перевозки: авто/железнодорожный транспорт с дальнейшей перегрузкой на железнодорожный/морской/автотранспорт. Между Ближним Востоком (Грузия,

ОАР и т.д.) и Россией используются, в основном, железнодорожный и морской виды транспорта. Возможны следующие комбинации: железнодорожный/морской транспорт с дальнейшей перегрузкой на железнодорожный/морской/автотранспорт. Принципиальные логистические схемы перевозок скоропортящихся грузов в международном сообщении приведены на рисунке 1.



Условные обозначения:

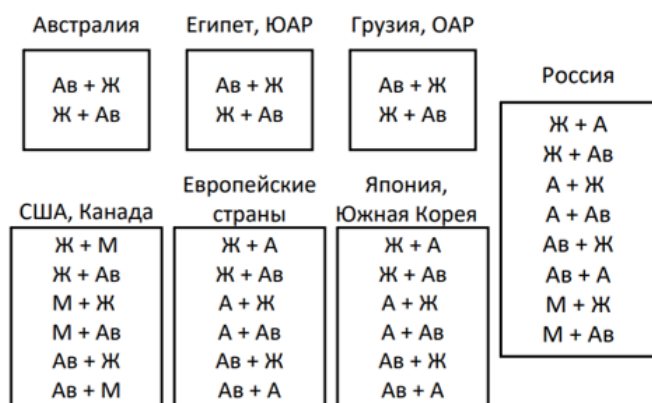
- А* – авиационный транспорт; *М* – морской транспорт;
Ж – железнодорожный транспорт; *Ав* – автомобильный транспорт.

Рисунок 1 – Принципиальные логистические схемы перевозок скоропортящихся грузов в международном сообщении

Таким образом, при организации перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении наиболее часто используются водный и авиационный виды транспорта, что обуславливает тенденцию увеличения объёмов перевозки рассматриваемой категории грузов в мультимодальном сообщении.

На рисунке 2 отражены основные логистические схемы перевозки скоропортящихся грузов внутри стран. В странах Африки (Египет, ЮАР), Ближнего Востока (Грузия, ОАР и т.д.) и Австралии пользуются преимуществом железнодорожный и автомобильный виды транспорта и их сочетание. В Европейских (Германия, Польша, Финляндия, Италия, Литва и др.) и Восточно-Азиатских (Япония, Южная Корея) странах возможны перевозки на авиа-, авто- и железнодорожном транспорте, а также смешанные виды перевозок. Страны Северной и Южной Америки (США, Канада, Бразилия и др.) эксплуатируют

авто-, морской и железнодорожный транспорт. В России чаще всего используют автомобильный и железнодорожный транспорт, реже – авиационный и морской.



Обозначение: А – авиационный транспорт; М – морской транспорт;
Ж – железнодорожный транспорт; Ав – автомобильный транспорт.

Рисунок 2 – Принципиальные логистические схемы перевозок скоропортящихся грузов во внутреннем сообщении

Таким образом, при организации внутренних перевозок скоропортящихся грузов наиболее часто грузовладельцы отдают предпочтение железнодорожному и автомобильному видам транспорт, а также организации комбинированных перевозок.

Стоит отметить, что комбинированные перевозки скоропортящихся грузов выполняются преимущественно с применением рефрижераторных контейнеров. При этом наблюдается тенденция по увеличению контейнерных перевозок скоропортящихся грузов. На мировом рынке существуют три основных производителя рефрижераторных контейнеров: Carrier, Thermo King, Daikin. Лидером среди данных компаний является Carrier, разработавшая самую известную и доступную модель рефрижераторных контейнеров.

В настоящее время контейнерные перевозки являются популярным способом доставки скоропортящихся грузов не только в России, но и в мире. Доставка скоропортящейся продукции в рефрижераторных контейнерах позволяет обеспечить перемещение продукции любыми видами транспорта, а также организовать взаимодействие различных видов транспорта, а также осуществить доставку «от двери до двери» с минимизацией времени при конкурентоспособной стоимости перевозки.

Наиболее популярные и доступные виды транспорта для перевозки скоропортящихся грузов в контейнерах – это автомобильный и железнодорожный, ведущие конкурентную борьбу за рассматриваемый сегмент транспортного рынка.

Автомобильный транспорт пользуется преимуществом перед железнодорожным в связи с гибкостью при обслуживании клиентов, а также мобильностью. Чаще всего с помощью автотранспорта перевозят грузы в небольших объемах. По дальности перевозок автомобильные перевозки не уступают железнодорожным и продолжают увеличивать темпы развития. К основным недостаткам автотранспорта относятся высокая себестоимость перевозок и зависимость от метеорологических условий.

Железнодорожный транспорт уступает автомобильному транспорту по скорости доставки грузов и маневренности. Однако железнодорожный транспорт функционирует в любое время года, и организация перевозок не зависит от метеорологических условий. Также к преимуществам железнодорожного транспорта относится стоимость перевозки.

Поэтому для развития перевозок контейнерного типа на железнодорожном транспорте необходим новый транспортный продукт, который, с одной стороны, будет учитывать предпочтения клиентов при организации перевозок скоропортящихся грузов, а с другой – будет приносить прибыль перевозчику. В настоящее время ОАО «РЖД» рассматривает возможность внедрения технологии «Холодный экспресс» с целью повышения конкурентоспособности при организации перевозок скоропортящихся грузов.

Однако данная технология требует поэтапного вложения инвестиций на закупку механизмов для погрузки-выгрузки вагонов, строительство или переустройство контейнерных площадок.

На развитие сервиса «Холодный экспресс» оказывает значительное влияние ряд факторов. Основным из них является грузовая база, то есть наличие требуемого объема работы, позволяющего окупать инвестиционные вложения по развитию данной технологии. Вторым весомым фактором является инфраструктурный, так как станции и контейнерные площадки должны быть оборудованы необходимыми техническими средствами для осуществления перевозок скоропортящихся грузов с использованием технологии «Холодный экспресс». Следующий немаловажный фактор – движущий фактор, заключающийся в регулировании пропускной способности и повышении скорости доставки грузов, а также выделение участков, на которых будет происходить смена локомотивов и локомотивных бригад.

Также следует отметить, что развитие транспортного сервиса «Холодный экспресс» должно быть оправдано не только технически, но и экономически. Стоимость предоставления данного транспортного продукта должна быть, с одной стороны, выгодна грузовладельцу (то есть не должна быть слишком завышена), но при этом покрывать все операционные издержки перевозчика, а также приносить прибыль.

Секция «Транспортные системы»

Наибольший вклад в увеличение грузооборота железнодорожного транспорта оказали контейнерные перевозки продовольственных грузов во внутрироссийском и экспортном сообщениях. Причем перевозки продовольственных грузов в контейнерах увеличились на 16,4 тыс. ДФЭ и 141 тыс. ДФЭ во внутрироссийском и экспортном сообщениях соответственно, а в транзитном сообщении увеличились на 8,6 тыс. ДФЭ. Данные представлены на рисунке 4.

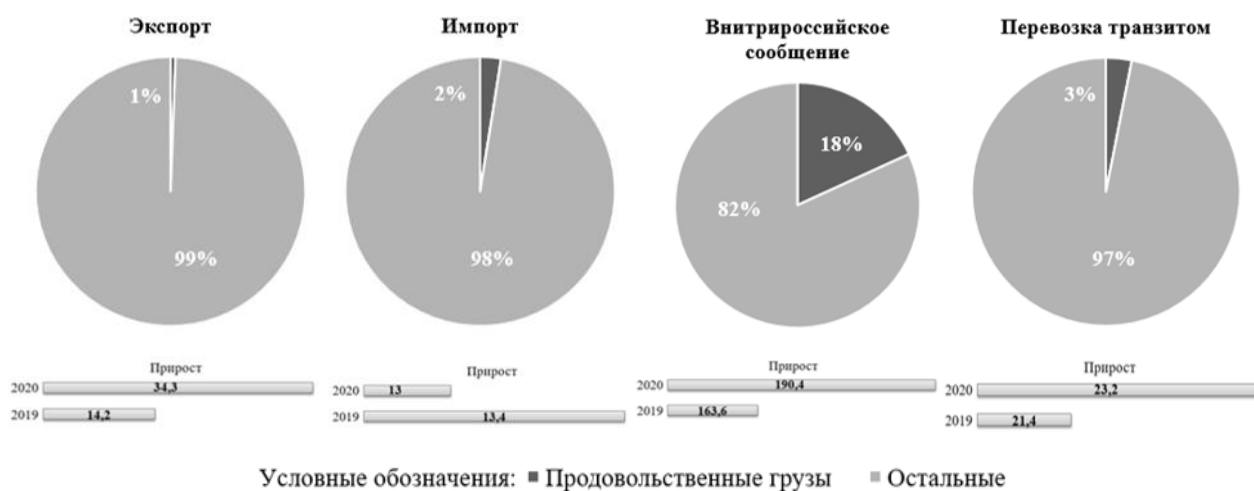


Рисунок 4 – Структура контейнерных перевозок скоропортящихся грузов по территории Российской Федерации

Обслуживание поездов при организации работы транспортного сервиса «Холодный экспресс» происходит обычными локомотивами на установленных участках обращения. Смена локомотива и локомотивных бригад может происходить на любых попутных станциях в маршруте поезда. В случае отсутствия пункта смены локомотивной бригады на попутной станции разрабатывается отдельная технология для такой станции с определением новых локомотивных плеч для рефрижераторных контейнерных поездов и оценкой возникающих дополнительных затрат.

Рефрижераторные поезда технологии «Холодный экспресс» следуют по заранее разработанному графику, на всем пути следования ведется контроль со стороны диспетчера. На грузонапряженных участках сети с коэффициентом заполнения пропускной способности 0,8 и выше разрабатывается параллельный график движения грузовых поездов и рефрижераторных контейнерных поездов. Непараллельный график разрабатывается на участках, где существует резерв пропускной способности. Возможна прокладка нитки рефрижераторного поезда в пакете с пассажирскими, почтово-багажными и пригородными поездами.

Создание высокой конкуренции позволит сохранить существующие объёмы перевозок скоропортящихся грузов и привлечь дополнительный грузопоток на железнодорожный транспорт.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод: в настоящее время контейнерные перевозки занимают лидирующее положение на транспортном рынке. Наиболее распространены и общедоступны контейнерные перевозки скоропортящихся грузов на железнодорожном и автомобильном транспорте. Чтобы завоевать первенство железная дорога внедряет новую технологию перевозок скоропортящихся грузов «Холодный экспресс». Данный сервис способствует увеличению объемов и регулярности перевозок. На «Холодный экспресс» оказывают влияние несколько факторов, но главным является наличие груза. Объемы скоропортящихся грузов постоянно приумножаются, что обеспечивает востребованность и потребность в перевозке, а значит в новой технологии. Реализация «Холодного экспресса» позволит повысить качество и скорость предоставляемых услуг, а также расширить клиентскую базу и привлечь больше прибыли.

Список использованных источников

1. Нижегородова, А. М. Сравнительный анализ перевозки скоропортящихся грузов железнодорожным и автомобильным транспортом / А. М. Нижегородова, Д. Д. Юрышева, Н. В. Власова // Молодежь и XXI век - 2022. – С. 142-145.
2. Горелкин Владимир. «Холодный экспресс» отправляется [Текст] / Владимир Горелкин // Газета «Гудок». – 2019. – №105 (26714). – 19 июня.
3. Вакуленко С.П. Экономические параметры перевозок поездами «Холодный экспресс» на примере маршрута Владивосток – Москва – Санкт-Петербург [Текст] / С.П. Вакуленко, Д.Ю. Роменский, М.И. Мехедов, А.А. Гавриленков, А.М. Насыбуллин, В.В. Соловьёв // Вестник ВНИИЖТ. – 2020. – №6 (79). – С. 319-326. – Библиогр.: с. 321.
4. Роменский Д.Ю. Критерии выбора железнодорожных станций для размещения грузовых терминалов по обработке контейнерных поездов «Холодный экспресс» [Текст] / Д.Ю. Роменский, К.И. Шведин, А.М. Насыбуллин, М.В. Роменская // Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – №2 (80). – С. 100-107. – Библиогр.: с. 104.
5. Асмарян Г.Д. Некоторые аспекты функционирования железнодорожного транспорта на основе логистического подхода [Текст] / Г.Д. Асмарян // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2013. – 5 с.

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ИСКРЕНИЯ И ДУГИ ПРИ ТОКОСЪЕМЕ
НА РАБОТУ СМЕЖНЫХ УСТРОЙСТВ**

И.В. Бузаев

преподаватель, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

В.С. Ратушняк

канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрен процесс контактного взаимодействия токоприемника электроподвижного состава и подвески контактной сети железных дорог. Приведена краткая классификация возникающих помех. Рассмотрена эквивалентная схема замещения электровоза, как источника помех. Описаны физические причины, сопутствующие появлению искрения и дуги при токосъеме. Проведен анализ электромагнитных процессов, которые сопутствуют искрению и дуге при наличии гололеда на контактной подвески, а также их влияния на смежные системы и устройства.

Ключевые слова: Токосъем, дуга, гололед, помехи, контактное взаимодействие

Вопрос помехоустойчивости на железнодорожном транспорте относится к списку важных проблем в разных хозяйствах и службах. Возникающие помехи могут оказывать влияние на процесс передачи информации и искажать сигналы в каналах связи. Кроме этого, помехи могут воздействовать и на устройства автоматики и телемеханики, в том числе АЛСН, что рассматривалось в ряде статей [1, 2]. При этом сами помехи могут быть как внешними, так и внутренними. Внешними будут являться помехи, относящиеся непосредственно к среде передачи информации, а внутренние будут находиться в технических устройствах.

Основными источниками помех на железной дороге можно считать контактную сеть, воздействие коммутационных процессов и работу электроподвижного состава. Помехи, относящиеся к токосъему, являются случайными и происходят кратковременно, предсказать их появление, по сути, невозможно. Ухудшает ситуацию и тот факт, что характер рассматриваемых помех, является реактивным. При этом большая часть помех имеет импульсный характер. К ним можно отнести как раз помехи, вызываемые искрением при токосъеме.

Сами по себе эти помехи представляют собой импульсные колебания электромагнитного характера, а их параметры, такие как длительность, форма, амплитуда и т.д., являются случайными и определить их с большой долей

вероятности сложно. При этом особое внимание нужно уделять возникновению искрения на участках переменного тока, электрифицированных по системе 25 кВ или 2х25 кВ.

В работе [3] была представлена следующая эквивалентная схема электровоза, как источника помех (рис. 1).

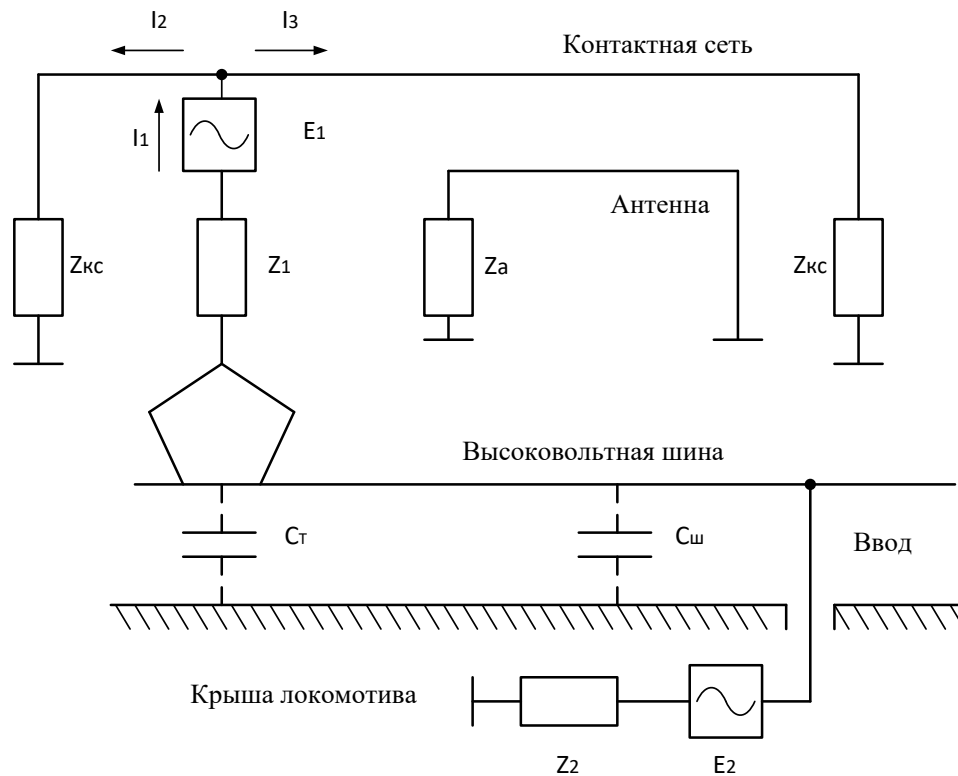


Рисунок 1 – Эквивалентная схема электровоза, как источника помех

Элементы схемы имеют следующие обозначения: E_1 – ЭДС помех, возникающих при нарушении токосъема; E_2 – ЭДС помех, создающихся при работе агрегатов электровоза; Z_1 и Z_2 – высокочастотные сопротивления соответствующих источников помех (внутреннее и подводящих проводов); $Z_{кc}$ – сопротивление контактной сети; Z_a – нагрузка антенны; C_T – емкость, включающая в себя емкость токоприемника относительно крыши и проходной емкости опорных изоляторов, на которые установлен токоприемник; $C_{ш}$ – емкость соединительных шин относительно корпуса локомотива.

Источник ЭДС E_1 появляется только при процессе токосъема во время движения электровоза. Помехи, которые создаются при этом, идут по контактной сети, возвращаясь обратно через землю, корпус электровоза и емкости C_T и $C_{ш}$. Токи помех, возникающие в ходе этого процесса, проходят по высоковольтным шинам на электровозе и контактной подвеске, оказывая заметное влияние как на систему локомотивной связи и антенну, так и на другое чувствительное оборудование, к которому можно отнести и локомотивную аппаратуру АЛСН. При этом стоит не упускать тот факт, что образующиеся

радиопомехи при нарушении токосъема накладываются на помехи, присутствующие при нормальном токосъеме.

Уровень помех, генерируемых источником E_1 , зависит от нескольких параметров, к ним можно отнести: тип потребляемого тока, в зависимости от рода электрификации, скорость движения, натяжение контактной подвески и ее эластичность, степень износа контактной подвески и токосъемных пластин в токоприемнике, погодные условия, в особенности в зимний период. Последний фактор имеет достаточно большое значение, потому что зимой количество искрения при токосъеме увеличивается на порядок за счет образования гололедно-изморозевых отложений на проводах контактной подвески, что может привести и к возникновению дуги, особенно при трогании электровоза. Заострять внимание на теории гололедообразования в рамках данной статьи, не является главной целью, ознакомиться с материалами на эту тему можно в следующих публикациях [4, 5].

Ток при рассматриваемом процессе имеет емкостной характер, что обуславливается входной емкостью электровоза, которая во время пробоя заряжается. Кроме этого имеет место и индуктивность, образуемая первичной обмоткой тягового трансформатора электровоза. Исходя из этого, образуется своего рода LC контур, влияющий на резонанс и появление повторных пробоев. Упрощенная схема этого контура показана на рисунке. 2.

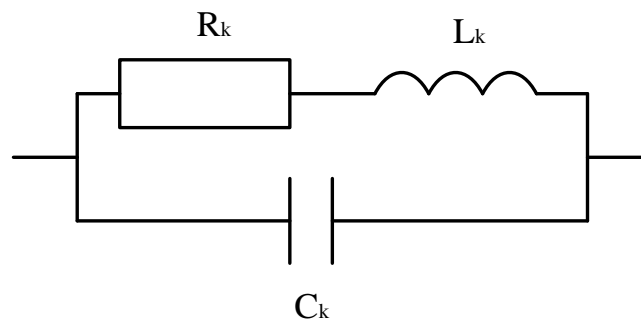


Рисунок 2 – Упрощенная эквивалентная схема контактного сопротивления

Возникающие частичные заряды продолжают до тех пор, пока не возникает ток, достаточный для появления устойчивой дуги. В осенне-зимний период с появлением гололедно-изморозевых отложений чередуются следующие процессы: исчезновение контактного взаимодействия, появление дуги, ее резкое исчезновение, возникновение контактного взаимодействия. При этом этот процесс происходит на всем участке подвески с отложениями, генерируя импульсные радиопомехи.

Рассмотрим более подробно сам пантограф, как реактивный элемент.

Одним из главных параметров при рассмотрении дуги, будет являться сопротивление в системе «контактный провод – токоприемник». Учитывая описанное выше, в электровозе и контактной сети имеются как активные, так и

реактивные элементы, в точке контакта также будет действовать контактное сопротивление Z_k , которое можно найти по формуле 1.

$$Z_k = Z_n + Z_{\text{пер}} = R_k + iX_k \quad (1)$$

где Z_n - сопротивление поверхностной пленки;

$Z_{\text{пер}}$ - переходное сопротивление, образующееся за счет стягивания линий тока к отдельным точкам контакта;

R_k – определяет количество выделяющегося тепла;

X_k – вызывается разностью энергий магнитного поля ($W_1 - W_2$) на краях контактирующих элементов и на контактной перемычке за счет стягивания линий тока к точкам контакта.

Как известно из электротехники, реактивная часть сопротивления должна содержать в себе как индуктивную, так и емкостную составляющие. Они будут определяться по выражению из формулы 2.

$$L_k = \frac{2W_1W_2}{I_k^2}, \quad (2)$$

где I_k – ток в точке контакта.

Из-за того, что поверхности провода и токоприемника не являются идеально ровными, что было показано на рис. 1, контактное соприкосновение не является полноценным. Как следствие, в разных местах будет иметься разная проводимость, а следовательно, образуются области в переходных зонах с высокой емкостью, которая будет определяться по формуле 3.

$$C_k = \epsilon_0 \int_S \frac{ds}{d}, \quad (3)$$

где ϵ_0 - диэлектрическая постоянная вакуума,

S - площадь контакта,

d - расстояние между контактными поверхностями, изменяющееся вдоль площади контакта.

На высоких частотах индуктивная составляющая играет большую роль, поскольку при разрыве контакта возникает ЭДС самоиндукции. В процессе разрыва контакта вначале уменьшается площадь соприкасающихся поверхностей, вследствие чего увеличивается сопротивление контакта. Ток разогревает малый участок до температуры испарения металла. В микропромежутке создается поле с напряженностью порядка $10^4 - 10^5$ В/м, и в момент разрушения жидкого мостика металла между расходящимися поверхностями возникает электрическая дуга. Именно эта дуга и является генератором ЭМ помех.

По причине достаточно малого пространства, которое занимает образующаяся дуга, применительно ко всем диапазонам частот железнодорожной радиосвязи, дуга пантографа может считаться элементарным вибратором. Генерируемое при этом дугой ЭМ излучение хорошо воспринимается антеннами метрового и гектометрового диапазона, установленными на локомотиве.

ЭМ помехи, генерируемые одной гармоникой электрической дуги, могут быть оценены по формуле (4), по амплитуде вектора электрической напряженности:

$$E = 0,628 \frac{I_0 f l_0}{r}, \quad (4)$$

где r – расстояние от вибратора;

l_0 – длина вибратора;

f – частота;

I_0 – ток в проводе.

Стоит помнить, что не только прямое излучение дуги, но и вызванный ею импульс тока в контактном проводе генерируют помеховый сигнал. Импульс тока, созданный в процессе возникновения дуги, передается в контактный провод и распространяется по нему, излучая помеху.

Список использованных источников

1. Повышение надежности АЛСН путем внедрения новой технологии размагничивания рельс. «Цифровизация транспорта и образования» Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Цифровизация транспорта и образования» посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири. 9 – 11 октября 2019 г. С. 43-48.

2. Анализ причин сбоев локомотивной сигнализации по Красноярской железной дороге в зависимости от времени года. Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Февраль 2021). Международная научная конференция "Технические и естественные науки". – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. С.26–31

3. Электромагнитная совместимость системы тягового электроснабжения с поездной радиосвязью : диссертация ... кандидата технических наук : 05.09.03 / Горевой Игорь Михайлович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ]. - Москва, 2011. - 191 с. : ил.

4. Обзор существующих методов обнаружения гололедно-изморозевых отложений Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXI Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г.

Красноярск, 07.11.2017 г.) / редкол. : В.С. Ратушняк (отв. ред.) [и др.] ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2017. – 255 с. – С.11-19.

5. Устройство для сброса гололедных отложений с провода контактной сети
Безопасность транспорта и сложных технических систем глазами молодежи: материалы Всероссийской молодежной науч.-практ. конф., 10 - 13 апреля 2018г.– Иркутск : ИрГУПС, 2018. 368– с. С.30-34.

УДК 621.3.019

ГРНТИ 73.29.41

ОБ ОПЫТЕ РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ РЕМОНТНОЙ ДИСТАНЦИИ СЦБ

В. А. Володарский

старший научный сотрудник, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

А. А. Дружинина

доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Преобразование организационной структуры хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) и создание дистанций СЦБ, специализирующихся на ремонте и эксплуатации устройств ЖАТ, является одним из направлений повышения эффективности функционирования хозяйства в целом. В статье приводится опыт работы Красноярск-Восточной ремонтной дистанция СЦБ. Рассмотрены функции, выполняемые дистанцией в соответствии с возложенными на нее задачами. Обозначены проблемы, выявленные в процессе функционирования специализированной ремонтной дистанции. Предложены меры по сокращению непроизводительных потерь, повышению эффективности работы и минимизации тяжелого ручного труда.

Ключевые слова: хозяйство железнодорожной автоматики и телемеханики, ремонт устройств ЖАТ, специализированная ремонтная дистанция СЦБ.

В настоящее время на сети дорог проводится работа по изменению организационной структуры хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) и созданию дистанций СЦБ, специализирующихся на ремонте и эксплуатации устройств ЖАТ [1]. Таким образом, плановые (текущий и капитальный) виды ремонта закрепляются за ремонтными дистанциями, а техническое обслуживание устройств автоматики и телемеханики, включая контроль состояния технических средств и устранение отказов, осуществляют эксплуатационные дистанции СЦБ [2].

Несмотря на то, что разделение хозяйства ЖАТ на ремонтную и эксплуатационную дистанции началось более десяти лет назад [2, 3, 4] и, несомненно, имеет сильные стороны, остаются и проблемные вопросы, которые требуют тщательного анализа и проработки.

На Красноярской железной дороге в 2019 году на базе трех дистанций созданы: Красноярск-Восточная ремонтная дистанция СЦБ, Иланская эксплуатационная дистанция СЦБ и Красноярская эксплуатационная дистанция СЦБ. Это позволило:

- привести систему ведения хозяйства ЖАТ в соответствие с достигнутым уровнем развития технических средств и технологий;
- организовать в рамках инфраструктурного комплекса выполнение всех видов ремонта устройств ЖАТ, обеспечивающих безопасность движения поездов;
- снизить производственные издержки за счёт оптимизации производственных процессов ремонта, повысить производительность труда и качество содержания устройств ЖАТ;
- выполнять работы по сопровождению при ремонте пути силами ремонтной дистанции СЦБ; эксплуатационный штат освобождается от выполнения несвойственных ему функций, сосредоточившись на обеспечении перевозочного процесса.

Общая протяженность Красноярск-Восточной ремонтной дистанции составляет 882 км. В границах обслуживания дистанции находятся 51 станция с общим количеством стрелок 1589 и 53 перегона. В штате работает 115 человек. Дистанция в соответствии с возложенными на нее задачами осуществляет следующие функции:

- осуществляет текущий и капитальный ремонт, восстановление и утилизацию устройств ЖАТ, обеспечивает их безопасную и надежную работу;
- участвует в реализации мероприятий по модернизации устройств ЖАТ;
- выполняет организационно-технические мероприятия по повышению надежности, эффективности и экономичности работы ЖАТ, приведению их к требованиям нормативных документов ОАО «РЖД»;
- организует работу и несет ответственность за обеспечение безопасности движения поездов;
- организует подготовку объектов дистанций к работе в зимних условиях;
- обеспечивает укомплектование и использование аварийно-восстановительного запаса и других материальных ресурсов дистанции в соответствии с установленными в ОАО «РЖД» нормативами и др.

Основу планирования работ дистанции СЦБ, специализирующейся на ремонте устройств ЖАТ составляют:

- годовые планы-графики технического обслуживания устройств ЖАТ согласно Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30 декабря 2015 г. № 3168р;

- годовой план по замене аппаратуры ЖАТ;

- годовые планы по приведению устройств ЖАТ к требованиям ПТЭ и по выполнению организационно-технических мероприятий.

Работы по вышеуказанным планам составляют не менее 70 % от общего годового объема работ ремонтной дистанции СЦБ. Кроме вышеперечисленных, в план работы ремонтной дистанции СЦБ входят объемы по плану ремонтно-путевых работ (в части технического обеспечения технологических «окон»).

В процессе функционирования специализированной ремонтной дистанции выявлены проблемные вопросы:

1) в существующих условиях штат выполняет ремонтные работы на станциях и перегонах, находящихся на больших расстояниях от места проживания;

2) доставка до места производства работ служебным транспортом занимает значительную часть рабочего времени, что приводит к его нерациональному использованию;

3) в границах дистанции отсутствуют специально оборудованные помещения для ежедневного междуменного отдыха;

4) в период путевых работ весь штат задействован на выполнении ручного низкоквалифицированного труда (копка траншей, шурфовка кабельных коммуникаций и т.п.);

5) образуется дефицит временных и человеческих ресурсов для выполнения основных плановых ремонтных работ.

С целью повышения рационального использования рабочего времени поставлены следующие задачи:

1) сокращение непроизводительных потерь;

2) сокращение доли тяжелого ручного труда.

Для сокращения непроизводительных потерь при доставке штата к месту производства работ предложено использовать мобильный вагон-дом на колесном ходу, который предназначен для обеспечения комфортных условий проживания 4-8 человек в полевых условиях при частых сменах объектов работ. Особо эффективно использование этого вагона на северном участке (Решоты – Карабула) протяженностью 250 км.

Наличие мобильного вагон-дома позволит улучшить условия труда и отдыха работников.

Для эффективной работы и минимизации тяжелого ручного труда необходимо укомплектование ремонтной дистанции средствами малой механизации. Самой трудоемкой и затратной по времени является работа по разработке грунта под кабельные коммуникации. Применение траншеекопателя позволит повысить производительность, получить экономию времени, которое можно использовать на выполнение дополнительных ремонтных работ устройств ЖАТ.

В результате использования мобильного вагон-дома и траншеекопателя можно добиться следующих результатов:

- снижение эксплуатационных расходов дистанции на топливо и ремонт автомобилей за счет уменьшения пробега служебного автотранспорта;
- снижение доли ручного труда;
- снижение социальной напряженности и оттока высококвалифицированного персонала.

Список использованных источников

1. Специализация дистанций СЦБ // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 7. С. 13.
2. Пультяков А. В., Брая А. А. SWOT-анализ выделения ремонтной составляющей в хозяйстве автоматики и телемеханики // Молодая наука Сибири: электронный научный журнал. 2019. № 3. Режим доступа : <http://mnv.irgups.ru/toma/35-2019> (дата обращения 20.09.2022).
3. Пультяков А. В., Трофимов Ю. А. Выделение ремонтной составляющей из дистанции СЦБ // Транспортная инфраструктура сибирского региона. Т. 1. 2013. С.229-234.
4. Филюшкина Т. А. Формирование ремонтной составляющей // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 12. С. 2-3.

УДК 656.258

ГРНТИ 50.09.41

СПОСОБ ИСКЛЮЧЕНИЯ ОТКАЗОВ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ «МОСТОВОГО» КОНТАКТА В РЕЛЕ ТИПА ИВГ-В, ИВГ-КРМ, ИВГ-КРМ1

А. А. Дружинина

доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Р. В. Губин

*старший механик ДРГ, Саянская дистанция СЦБ Красноярской ДИ
ОАО «РЖД», п. Саянский*

Т. В. Отт

диспетчер ДРГ, Саянская дистанция СЦБ Красноярской ДИ ОАО «РЖД»,
п. Саянский

Аннотация. Надежность и безотказность в работе устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики, служащих для управления движением поездов, во многом определяют технико-экономические показатели перевозочного процесса. В то же время сбои в работе одного элемента могут приводить к задержке поездов, нарушению графика движения и, как следствие, экономическим потерям. В статье рассмотрена проблема отказов импульсных путевых реле, вызванных «мостовым» замыканием контактов. Предложен способ исключения внезапных отказов при образовании «мостового» контакта, позволяющий значительно сократить число сбоев в работе путевого реле и уменьшить время поиска отказавшего элемента.

Ключевые слова: устройства ЖАТ, путевой приемник, импульсное герконовое реле, отказ, «мостовой» контакт.

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную техническую систему, состоящую из различных хозяйств, которые образуют отдельные подсистемы. Одной из таких подсистем является автоматика и телемеханика, цель функционирования которой – обеспечение безопасных перевозок пассажиров и грузов. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), предназначенные для управления стрелками и светофорами, служат для координации движения поездов на станциях и перегонах. Их надежность и безотказность в работе во многом определяют технико-экономические показатели перевозочного процесса. С одной стороны, чем выше надежность технических средств, тем меньше экономические потери от их отказов. С другой стороны, повышение надежности требует дополнительных затрат [1].

Потери, вызванные отказами, включают в себя как коммерческий ущерб, обусловленный снижением дохода от коммерческого использования транспортных средств в течение времени отказа, так и технический ущерб, связанный с затратами на восстановление отказавших устройств [2].

Технический ущерб в основном определяется количеством и временем восстановления отказавшего элемента. Кроме того, на участках с интенсивным движением поездов резко возрастает цена отказа: чем больше время на восстановление работоспособности отказавшего устройства, тем больше число задержанных поездов. Кроме нарушения графика перевозки грузов и пассажиров, отказы устройств ЖАТ могут привести к крушению поездов, гибели людей, экологическим катастрофам [3-4]. Поэтому вопросы предупреждения

Секция «Транспортные системы»

отказов и быстрого восстановления нормального функционирования перевозочного процесса остаются актуальными.

Причинами нарушений в работе устройств железнодорожной автоматики и телемеханики могут быть ошибки при проектировании, изготовлении и монтаже изделий, а также их неправильная эксплуатация.

По итогам работы за 12 месяцев 2021 года комплексной автоматизированной системой учета, контроля, устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ) по службе автоматики и телемеханики Красноярской дирекции инфраструктуры зафиксировано 586 случаев отказов технических средств (ОТС) 1, 2 и 3 категорий против 591 за аналогичный период прошлого года (рисунок 1). Снижение ОТС составило 1 %.

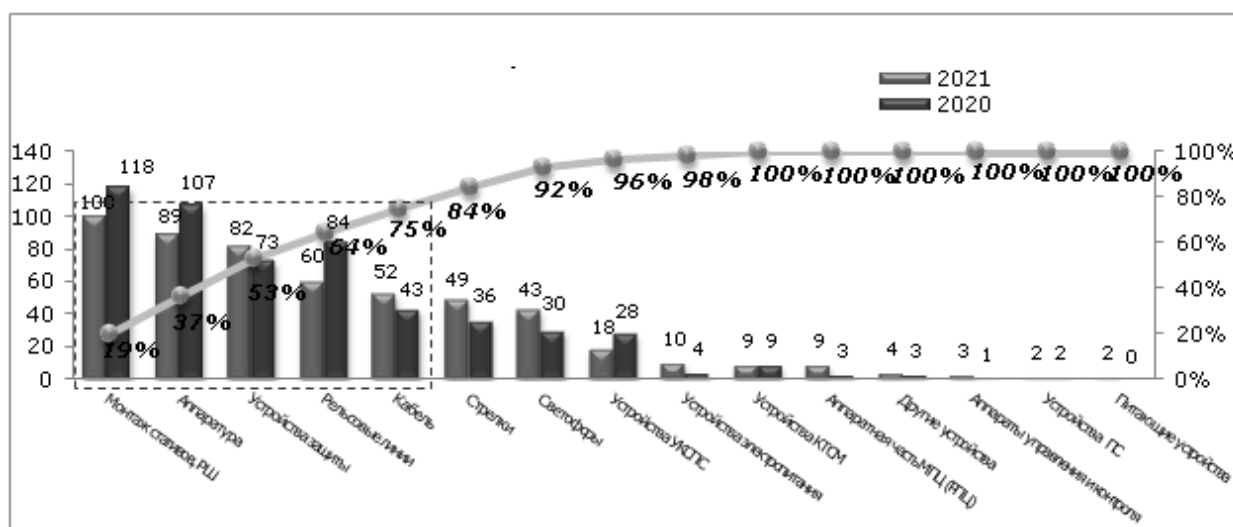


Рисунок 1 – Сравнительный анализ ОТС за 2021 г. и 2020 г.

В период с 1 января по 30 июня 2022 года общее количество ОТС 1, 2 и 3 категорий снизилось на 7 % и составило 255 против 274 (рисунок 2).

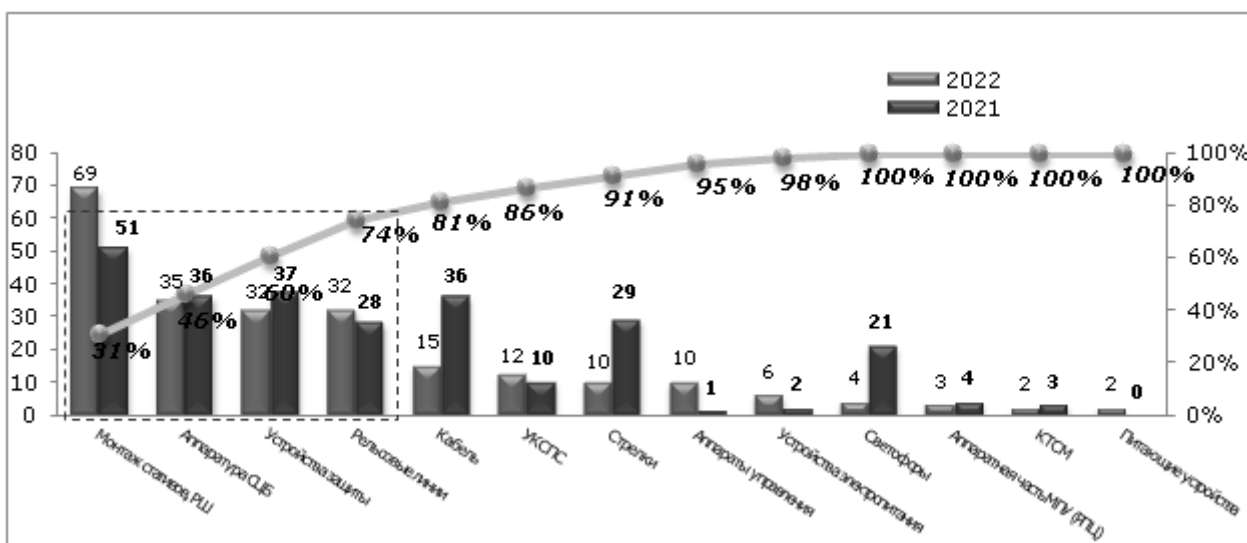


Рисунок 2 – Сравнительный анализ ОТС за 6 месяцев 2022 г. и 2021 г.

Наибольшее количество отказов технических средств по элементам приходится на отказы монтажа стативов и релейных шкафов, аппаратуры СЦБ, элементов защиты от перенапряжений, рельсовых цепей [5].

При отказах аппаратуры рельсовых цепей имеют место сбои импульсных герконовых реле типа ИВГ-В, ИВГ-КРМ, ИВГ-КРМ1, вызванные временным переключением их фронтального и тылового контактов. Данные путевые реле применяются для управления дешифраторными ячейками. В случае переключения контактов 13-53 реле 1И (рисунок 3), которое в установленном правильном (нечетном) направлении не работает автоматически, образуется так называемый «мостовой» контакт на контактах 13-53 реле 2И, которое в этот момент управляет дешифраторной ячейкой. На ячейку вместо импульсного кодового сигнала поступает непрерывный сигнал, что приводит к отказу.

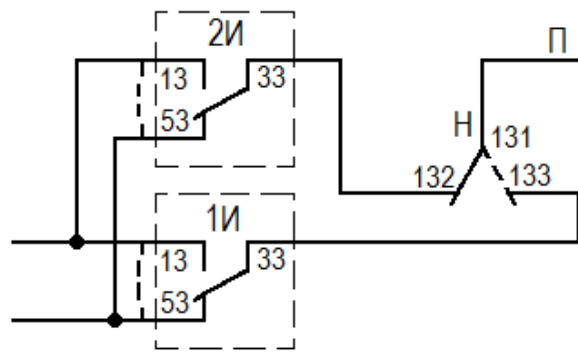


Рисунок 3 – Схема реле типа ИВГ-В (ИВГ-КРМ, ИВГ-КРМ1)

При установке схемы в неправильном (четном) направлении на контактах 13-53 путевого реле 1И уже имеется «мостовой» контакт, и дешифраторная ячейка так же не будет работать, что приводит к отказу и задержке поездов в четном и нечетном направлениях. Кроме того, поиск отказавшего путевого реле затрудняется ложной индикацией, показывающей, что в работе находятся оба прибора. Это вводит в заблуждение электромеханика.

Для исключения отказов при мостовых замыканиях в импульсных путевых реле, не участвующих в данный момент в работе дешифраторных ячеек, предлагаются следующие решения. В первом случае (рисунок 4) в схему управления дешифраторной ячейкой введены контакт 1Н четного повторителя реле смены направления Н, включенный последовательно с контактом путевого реле 2И, и контакт 2Н нечетного повторителя реле смены направления, включенный последовательно с контактом путевого реле 1И. Во втором случае (рисунок 5) в схему добавлены контакты поляризованного якоря реле смены направления Н.

Секция «Транспортные системы»

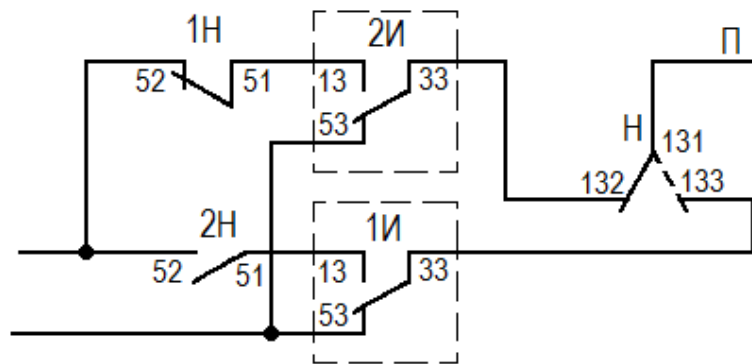


Рисунок 4 – Введение в схему контактов повторителя реле смены направления

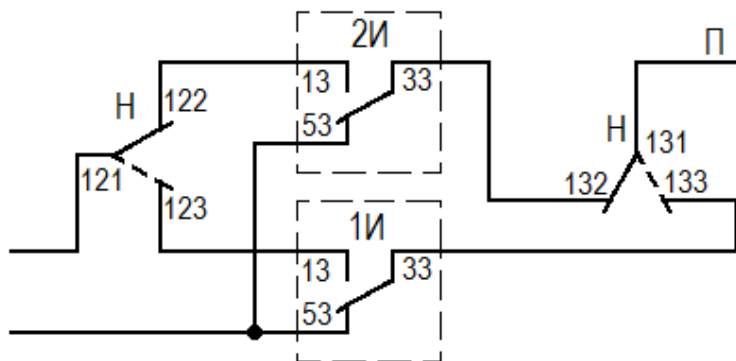


Рисунок 5 – Введение в схему контактов поляризованного якоря реле смены направления

При переключении контактов реле 1И образовавшийся «мостовой» контакт не зашунтирует контакты 13-53 путевого реле 2И, которое управляет в этот момент дешифраторной ячейкой, так как в это время он будет разомкнут контактами 51-52 реле повторителя 2Н. В другом направлении «мостовой» контакт будет разомкнут контактами 51-52 реле повторителя 1Н. Это будет приводить к отказу только в одном направлении (четном или нечетном). Использование контактов реле повторителя исключает ложную индикацию работы путевых реле.

Внедрение предлагаемого решения позволит значительно сократить число сбоев в работе путевого реле, уменьшить время поиска отказавшего элемента, снизить влияние технологических нарушений на перевозочный процесс, повысить надежность систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Список использованных источников

1. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи : учеб. пособие / В. В. Сапожников [и др.]. Москва : УМЦ ЖДТ, 2017. 318 с.
2. Ефимов А. В., Галкин А. Г. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог : учебник для вузов ж/д транспорта. Москва : УМК МПС России, 2000. 512 с.

3. Козлов В. Е., Михайлов А. Ф., Абрамов В.М., Давлетьяров Б.А. Отказы устройств автоматики и телемеханики и их влияние на эксплуатационные показатели железных дорог // Автоматика и связь / ЦНИИТЭИ МПС. 1973. Вып. 6. 17 с.

4. Перникис Б. Д., Ягудин Р. Ш. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ. Москва : Транспорт, 1994. 254 с.

5. Анализ состояния безопасности движения поездов, отказов в работе технических средств ЖАТ и технологических нарушений за декабрь, IV-й квартал и 12 месяцев 2021года : № ИСХ-31/КрДИШ от 14.01.2022. Служба Автоматики и телемеханики филиала ОАО «РЖД» Красноярской дирекции инфраструктуры.

УДК 656.258

ГРНТИ 50.09.41

ПРИВЕДЕНИЕ В СООТВЕТСТВИЕ ПОКАЗАНИЙ НАПОЛЬНОГО СВЕТОФОРА И КОДОВ АЛСН НА СТАНЦИЯХ

А. А. Дружинина

доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Е. Н. Туголукова

диспетчер ДРГ, Саянская дистанция СЦБ Красноярской ДИ ОАО «РЖД», п. Саянский

Л. А. Андриенко

диспетчер ДРГ, Иланская дистанция СЦБ Красноярской ДИ ОАО «РЖД», г. Иланский

Аннотация. Несмотря на всеобщую тенденцию перехода на микропроцессорные системы централизации стрелок и сигналов, на отечественных железных дорогах еще остаются станции, оснащенные системами электрической централизации блочно-релейного типа, модернизация которых в ближайшее время не планируется. В статье рассмотрены проблемы, возникающие в работе железнодорожных станций, оборудованных электрической централизацией УЭЦ-М, при замене двухнитевых ламп светофоров на однонитевые лампы или светодиодные светооптические системы. Предложен способ приведения в соответствие показаний напольных светофоров и кодов автоматической локомотивной сигнализации.

Ключевые слова: светофор, светодиодная светооптическая система, приемо-отправочный путь, внеблочный повторитель, УЭЦ-М, разрешающее показание.

Станционные системы централизованного контроля и управления устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), называемые электрической централизацией (ЭЦ), предназначены для обеспечения безопасности движения поездов и заданной пропускной способности. В зависимости от элементной базы, на которой построена электрическая централизация, различают релейную, релейно-процессорную и микропроцессорную ЭЦ. В настоящее время в широких масштабах ведутся работы по оснащению станций микропроцессорными системами централизации [1-2]. Несмотря на это, на некоторых станциях отечественных железных дорог, особенно небольших, продолжает вполне успешно эксплуатироваться блочно-релейная усовершенствованная электрическая централизация УЭЦ-М, разработанная в 80-х годах прошлого столетия. Более того, во многих случаях замена устаревшей релейной централизации на современную микропроцессорную ЭЦ не планируется. Как правило, это связано с экономической нецелесообразностью.

Тем не менее возникают трудности при эксплуатации таких систем, вызванные, например, отсутствием запчастей или установкой напольных устройств нового поколения, которые вносят рассогласование в работу схемы централизации. Одной из таких проблем является замена двухнитевых ламп накаливания на светофоры со светодиодными светооптическими системами.

В электрической централизации УЭЦ-М используются схемы управления огнями светофора с двухнитевыми лампами. При перегорании основной нити лампы светофора происходит автоматическое переключение на резервную нить, а в случае перегорания резервной – переключение с более разрешающего на менее разрешающий сигнал, то есть с основной нити зеленой лампы сигнальное показание светофора переключается на резервную, с резервной нити зеленой лампы на резервную желтую, с резервной нити желтой лампы на основную красную.

Проблема заключается в том, что на выходных светофорах с однонитевыми лампами или светофорах со светодиодными светооптическими системами (ССС) станций, оборудованных электрической централизацией, выполненной по типовым решениям УЭЦ-М, при перегорании лампы зеленого огня выходного светофора происходит переход на лампу желтого огня, однако в системе автоматической локомотивной сигнализации АЛСН приемо-отправочный путь продолжает кодироваться кодом «З». Это происходит потому, что выбор кода «З» или «Ж» осуществляется контактами сигнального реле зеленого огня ЗС блока выходных светофоров В, а переключение зеленого огня на желтый при его перегорании – контактами 21-22-23 сигнального огневого реле СО дополнительного блока ВД.

В Саянской дистанции СЦБ разработано техническое решение, позволяющее исключить несогласованность показаний светофоров на станции и кодов АЛСН.

На рисунке 1 показана схема переключения на желтую лампу при перегорании зеленой лампы выходного светофора с бокового пути [3]. Предлагается через контакт реле СО блока ВД (выводы 314 и 37 блока ВД) включить внеблочный повторитель Ч6СО типа РЭЛ2-2400 (или аналогичного по параметрам типа НМШ, Н и др.), как показано на рисунке 2.

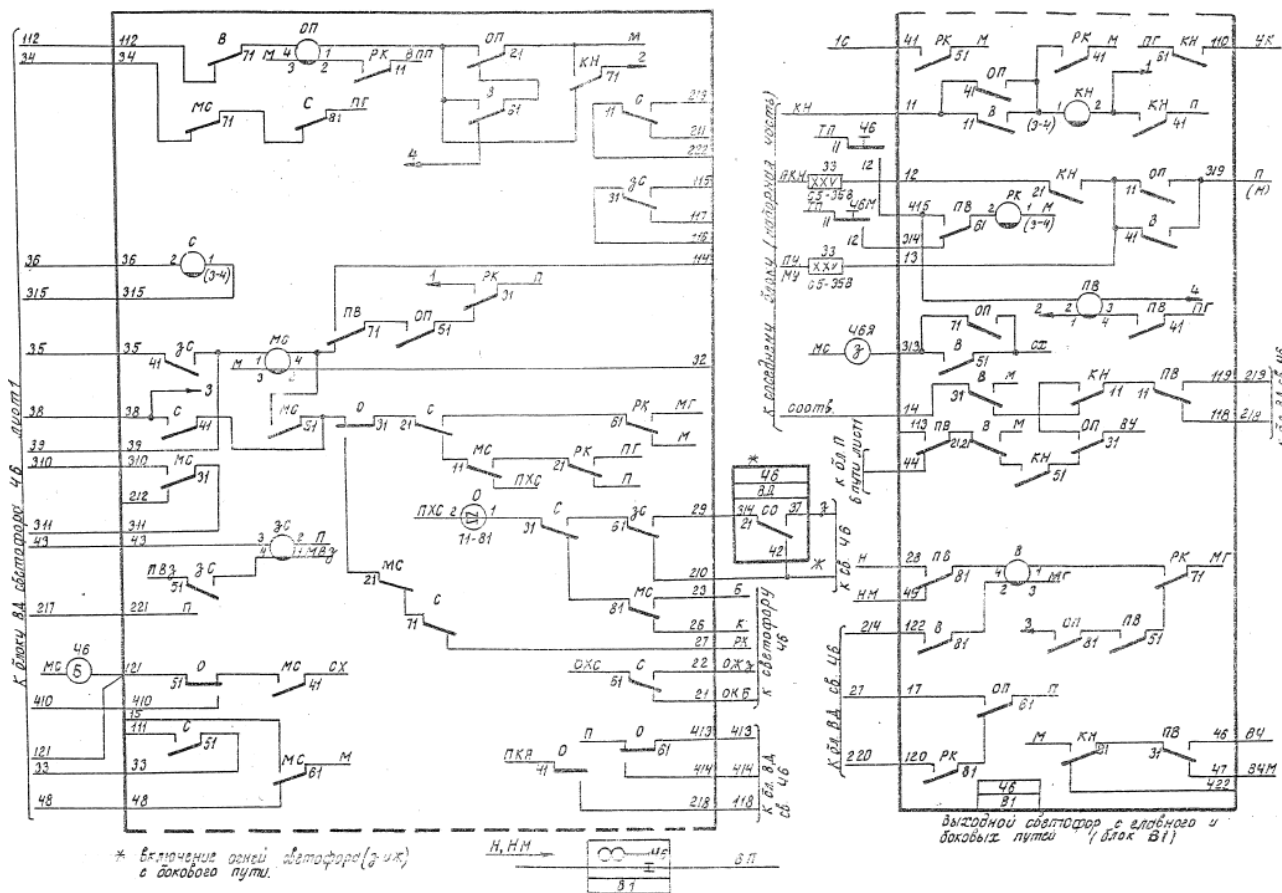


Рисунок 1 – Схема переключения на желтую лампу при перегорании зеленой лампы выходного светофора с бокового пути

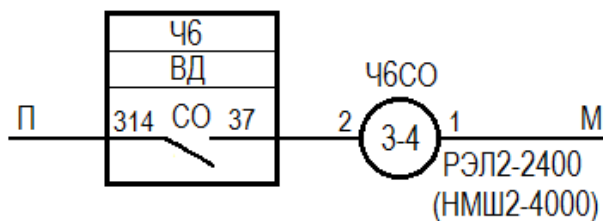


Рисунок 2 – Схема подключения реле РЭЛ2-2400

Реле РЭЛ2-2400 являются штепсельными нормально действующими устройствами постоянного тока. Предназначаются они для непрерывной работы устройств автоматики на железных дорогах. Устройства являются крайне

надежными и исключают возможности замыкания в цепи. Конструктивно реле состоит из якоря, двух сердечников и катушек на каждом из сердечников.

Контакты внеблочного повторителя «ЧБСО» необходимо включить в схему переключения огней светофора и в схему выбора кода «З» или «Ж» (рисунок 3). Изменения в схеме показаны на рисунке 4.

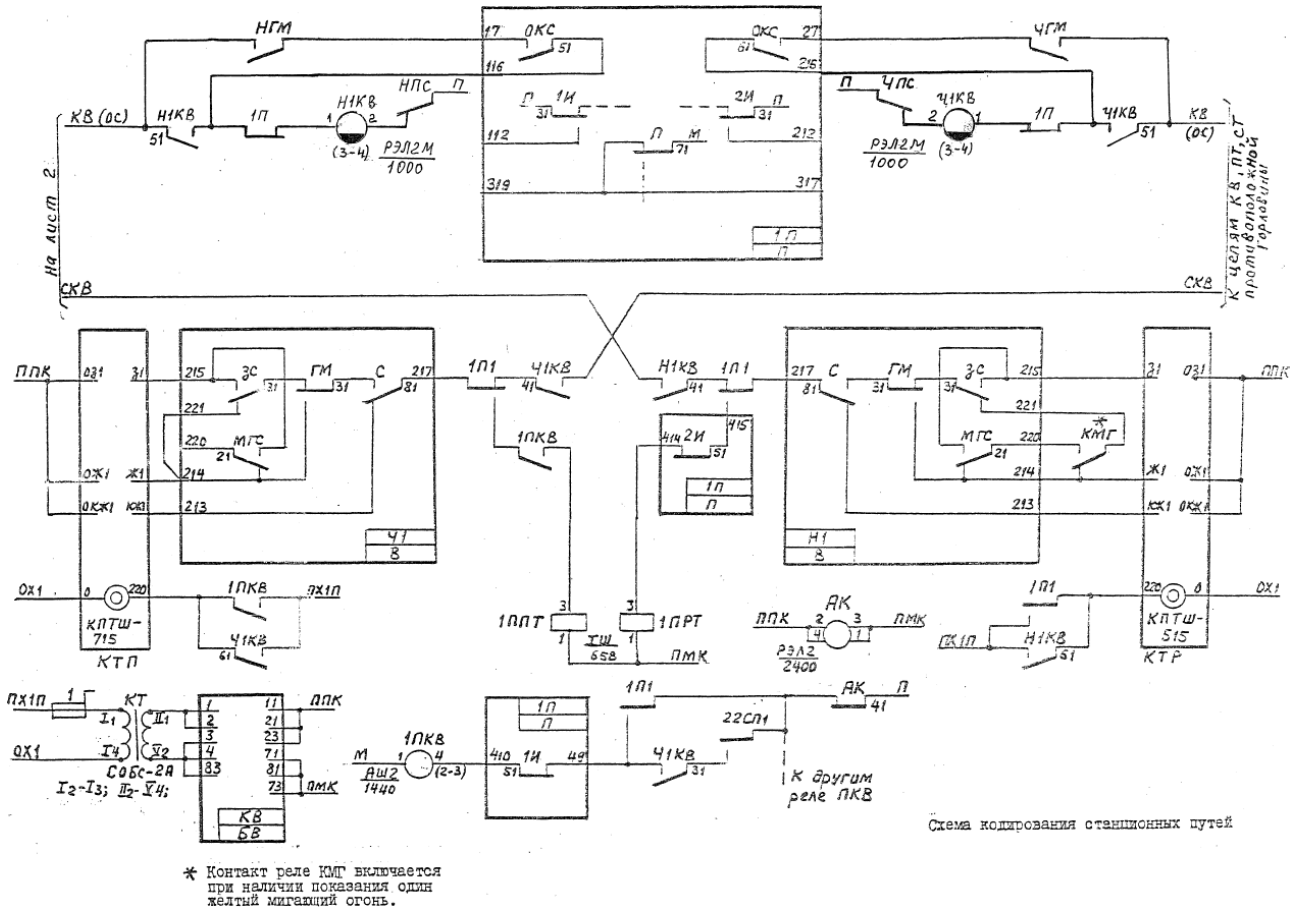


Рисунок 3 – Схема переключения огней светофора

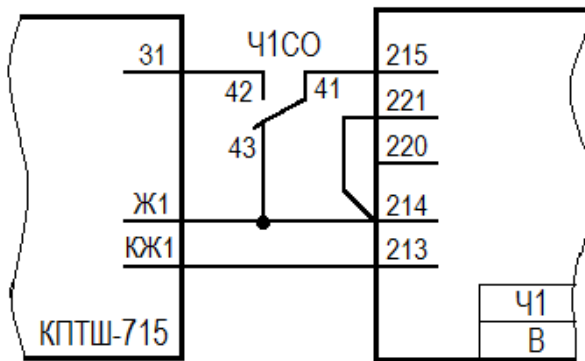


Рисунок 4 – Фрагмент схемы подключения путевого трансмиттера к блоку В

При замене ламп на ССС маршрутного светофора, также необходимо выполнить переключение на желтый сигнал при неисправности ССС зеленого огня, так как автоматическое включение резервной нити исключается. Таким

образом, в схеме кодирования будет выбираться соответствующий показанию светофора код АЛСН.

Предложенное решение исключает появление более разрешающего показания кода АЛСН вместо менее разрешающего, что направлено на повышение безопасности движения поездов.

Список использованных источников

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Ч.2 : учеб. для ВУЗов ж.-д. трансп. / А. В. Горелик [и др.]. Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. 205 с.

2. Сапожников В. В. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. Москва: УМЦ ЖДТ, 2020. 288 с.

3. ТПР 51094-00-00. Усовершенствованная электрическая централизация УЭЦ-М. Альбом 3. Утв. МПС СССР 17.03.88 г. Письмо № 27/7. 173 с.

УДК 621.37

ГРНТИ 45.53.37

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В.О. Колмаков

*канд. техн. наук доцент, Красноярский институт железнодорожного транспорта
(КрИЖТ ИрГУПС), г. Красноярск*

Н.А. Гончарова

студент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

А.М. Золотухина

студент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

В.В. Гурина

студент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Целью научной статьи является рассмотрение эффективности применения датчиков магнитного поля на железнодорожном транспорте. Применение датчиков магнитного поля и актуальные методы анализа и мониторинга раскрывают основные области применения в железнодорожном транспорте: экономический аспект и необходимость текущего и будущего применения. С экологической точки зрения датчики магнитного поля не оказывают ярко-выраженного воздействия на окружающий мир и живые организмы, что значительно расширяет возможности их применения. Широкое разнообразие классификаций датчиков

позволяет разрабатывать элементы электронных устройств на основе различных магнитных эффектов.

Поэтому необходимо разработать технологии, которые обеспечивают работоспособность в различных условиях окружающей среды, таких как экстремальные температуры, радиопомехи, пыль и грязь, механические повреждения и другие неблагоприятные условия. На сегодняшний день более глубокое изучение основных характеристик для усовершенствования конструкции датчиков магнитного поля позволит нам уменьшить конструкцию до оптимальных размеров, оптимизировать работу многочисленных устройств и систем, в которых используются датчики магнитного поля, продлить срок их службы, повысить их производительность и расширить области их применения не только в железнодорожном транспорте, но и в других областях, чтобы достичь наилучших и наибольших результатов, которые могут быть более глубоко изучены и достигнуты хорошие результаты. Готовую комплектацию можно выпустить в виде автономных компонентов и модулей, либо в мультисенсорных комбинациях.

Ключевые слова: магнитная индукция, индуктивный датчик, индукционный датчик, рабочий магнито-резистивный датчик, датчик Холла, датчик счёта осей.

Сегодня для комбинирования в управлении множеством механизмов и технологических процессов все больше не хватает полученных значений в измерениях физико-математических величин. В последние годы производство и применение датчиков магнитного поля выделилось в машиностроении в самостоятельную отрасль, которая служит основой для измерения и регулировки параметров различных технологических процессов и создания различных вариаций систем автоматического управления [1].

Датчики, которые имеют отношения к устройствам магнитных полей входят в основной состав электронной аппаратуры, где их работа преимущественно реализована на эффектах магнитного поля. Эти датчики выпускаются в виде независимых компонентов или модулей, а также в виде мультисенсорных схем [1].

В целом, датчики магнитного поля характеризуются простотой конструкцией и высокой надежностью. Эти характеристики делают их особенно подходящими для применения на железной дороге. К важным и малоизученным областям в применении датчиков магнитного поля можно отнести работу по измерению положения на плоскости, их скорости вращения при движении колесной пары и давления на конструкцию.

Датчиками называют устройства, преобразующие входное воздействие любой физической величины в сигнал, удобный для дальнейшего использования. Такие датчики позволяют получить сообщение о характеристиках контролируемого участка железной дороги, колёсной пары или устройства в целом.

Часто применяемые магнитные датчики подразделяют на два основных вида. Первый – это индуктивные датчики и второй вид – это индукционные. Так как у них определено различные признаки и физические величины, то и принцип действия соответственно будет различен. Основное отличие таких датчиков в том, что питание индуктивных датчиков от сети переменного тока, ну а у индукционных применяется постоянное магнитное поле, которое создается катушкой или постоянным магнитом. Вот, например принцип действия индуктивных датчиков, которые бесконтактно реагируют на металлический объект, основан на изменении параметров электрического поля при нахождении металлического объекта в зоне чувствительности, в результате которого изменяются магнитные потоки и происходит коммутация электрических цепей. На железнодорожном транспорте в системе счета осей изменение магнитного сопротивления происходит за счет ферромагнитной массы оси колеса (колёсной пары) [2].

Недостатками индуктивных датчиков являются работа лишь на переменном токе, а также влияние колебания частоты входного напряжения, что влияет на результат работы. Достоинств значительно больше, таких как простота самой конструкции датчика, его прочность, соответственно повышена надежность при использовании в работе, а также большой коэффициент усиления и высокая чувствительность, по физическим параметрам- это большая величина мощности, которая может быть до нескольких десятков ватт, подключенная к источнику промышленной частоты.

Датчики, основанные на явлении электромагнитной индукции, которые также относятся к бесконтактному оборудованию, получили широкое применение в системах ЖАТ, где работоспособность не влияет на температуру окружающей среды, нет влияния такого воздействия на окружающую среду, но если есть мощные магнитные поля тяговых двигателей и тока. Принцип действия датчиков этого типа, который основан на изменении индуктивности обмотки и сердечника, если предмет попадает в зону действия, то колебания начинают меняться. Что также играет не маловажную роль на производстве. Но стоит отметить такие недостатки, как погрешность, на которую влияет несколько факторов, таких как температура, воздействие полей похожего типа. Эти датчики имеют еще 2 основные модификации, это магнитоиндукционные и индукционные электромагнитные.

Магнитоиндукционные датчики конструктивно состоят из постоянного магнита и сердечника, где нашли применение в измерении вибрации, скорости и ускорения механизмов. Например, в качестве бесконтактной педали этот датчик необходим, чтобы зафиксировать прохождения оси вагонеток. В данном случае магнит датчика устанавливается у рельсовой цепи.

Рассматривая построение схем обработки выходных сигналов по принципу работы, индукционные электромагнитные датчики называются датчиками с переменным магнитным полем.

У таких датчиков имеются следующие достоинства: магнитное поле проникает через все немагнитные материалы без потери точности определения расстояния до объекта и второе то, что они могут работать в суровых природных условиях окружающей среды. Так как чувствительные и другие элементы конструкции датчиков могут быть покрыты веществами, входящими в состав бетона, раствора, асфальта и других строительных элементов в качестве заполнителей, относящиеся к нерудным полезным ископаемым [2].

В зависимости от способа изменения параметров электрической цепи, при размыкании и замыкании участков цепи, рассматриваемые датчики можно разделить на 2 типа: контактные и бесконтактные.

Датчики и преобразователи магнитного поля являются устройствами, которые измеряют магнитные поля, такие как: напряженность или магнитная индукция и довольно широко применяются в различных технических областях и в электронных устройствах, которые предназначены для контроля движения поездов, их положения и скорости, направления и других параметров. У всех у них похожие функции – преобразовать энергию магнитного поля в электрическую и соответственно получить необходимую информацию на выходе в виде напряжения или сопротивления датчика.

Главным предназначением датчиков магнитного поля можно назвать точное измерение таких величин, как силы, сопротивление и напряжения и других характеристик магнитного поля. Определение угла поворота, и иного положения у различных подвижных механизмов, а также выполнения простых функций бесконтактных переключателей в устройствах автоматики, телемеханики на железнодорожном транспорте. Датчики магнитного поля также используются в навигационных системах [3].

Самым распространенным типом бесконтактного датчика являются индукционные датчики, которые бывают: магнитоиндукционные и индукционные электромагнитные.

Основная тенденция в развитии наших магнитных датчиков основана на применении электронной аппаратуры, микросхем на рынке потребительской электроники. При разработке новой системы, которая будет основана на

микросхемах нового поколения, которые будут существенно принимать малые размеры, достигнуты лучшие результаты, физические величины, точность параметров, и не маловажная часть, это низкая себестоимость готовой продукции.

Датчики магнитных полей широко используются в настоящее время:

- на сортировочных горках при роспуске составов с горки, чтобы считывать оси, а также формировать пусковые сигналы.

- других автоматических устройствах, где необходимо зафиксировать прохождение вагона через контролируемый участок пути.

- в устройствах контроля обнаружения перегретых букс, где для необходимой ориентации колесных пар подвижных единиц необходима установка, согласно типу датчиков на расстояние, установленное согласно технической документации. При прохождении гребня колеса подвижной единицы в воздушном зазоре магнитное поле, наведенное в катушке электромагнитной индукции, преобразовывает величину магнитного потока.

- в дополнительных – при поиске дефектов с помощью методов контроля, которые обеспечивают заданный высокий уровень надежности и позволяют добиваться увеличения долговечности с высокой эффективностью и производительностью [3].

- в устройствах счета осей подвижного состава системе автоматического контроля технического состояния (КТСМ) для проведения обслуживания и ремонта ходовых частей железнодорожного подвижного состава и соответственно своевременного устранения неполадок или сбоя аппаратуры.

Рассмотрим датчики магнитного поля трех типов, различающиеся физическими эффектами:

- «Магниторезистивные датчики» - обладают высокой чувствительностью и при этом ими можно измерить даже самые маленькие изменения магнитного поля при условии смены направления намагниченности доменов пермаллоя;

- «Датчики Холла» (составляют свыше 70% от всех производимых магнитных датчиков), у которых разница потенциалов возникала между противоположными гранями проводящей пластины при подаче тока и, вследствие, приложения магнитного поля перпендикулярно к плоскости пластинки (называемой также Холловским элементом);

- датчики Виганда. Относительно простая конструкция из магнита и обмотки позволяет добиться низкой цены, что немало важно. К ключевым минусам датчиков магнитных полей, применяемых на железнодорожном транспорте, можно отнести недопустимые габариты, наличие меди выше допустимых показателей для применения на железной дороге и в других областях, а также высокая мощность магнитной системы. Всё это неизбежно

приводит к повышенным затратам на покупку новых устройств, их ремонт и обслуживание, а также восстановление после вандализма. Необходимо доработка и устранение по максимуму данных недостатков.

Датчики счета осей (колесных пар), использующие передачу сообщений с несущей частотой, преимущественно, используемые в электронной связи, имеют схожие минусы, что и датчики, реагирующие на напряженность магнитных полей. На данный момент они не имеют возможности к передачи информации об оси (колёсной паре) на дальние расстояния (сотни метров или километров), поскольку информация искажается электромагнитными помехами.[4]

Индуктивные датчики, в настоящее время, наиболее широко применяемые в системах счета осей за границей, а также в силу освоения новых технологий на территории Российской Федерации, обладают высокими навыками, которые рекомендуется применять и обновлять в современном мире. Данные характеристики позволяют повысить работоспособность даже при воздействии сильных магнитных полей тяговых двигателей и тока в различных условиях, зависящих от режима погоды для данной местности, в зависимости от географического положения и не оказывают ярко-выраженного воздействия на окружающий мир и живые организмы, что значительно расширяет возможности их применения [5].

В ближайшем будущем, а именно в развитии железнодорожного транспорта всегда будут существовать проекты с использованием датчиков магнитного поля, где системы, нацеленные на высокую стабильность, будут использоваться в основном для применения в современной электронике, так как при новом проектировании в настоящее время используется системы на базе электронной аппаратуры.

В частности, нынешние и будущие проекты должны надежно работать в условиях экстремальных температур, повышенного загрязнения окружающей среды, радиопомех, пыли и грязи, радиопомех и недостатков конструкции.

Список использованных источников

1. Филиппов Д.А. Дифференциальный датчик магнитного поля на основе магнитострикционно-пьезоэлектрической структуры // Д.А. Филиппов, Т.О. Фирсова.- Текст: непосредственный // Молодой учёный.- 2013. - №5 (52). – С.114-116.

2. Сысоева С.С. Датчики магнитного поля. Спектр высокообъемной продукции от ведущих поставщиков // Компоненты и технологии. 2012. №1.

3. Бурченков В.В. Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава : учеб.- метод. пособие для курсового и дипломного проектирования по специальности «Неразрушающий контроль и техническая

диагностика» / В.В. Бурченков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус, гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГут, 2008. – 254 с.

4. Шарапов В.М., Полищук Е.С. Датчики: Справочное пособие // Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука ; Москва: Техносфера, 2012. – 624с.

5. Волков Ю.В. Датчики для измерения при производстве электрической и тепловой энергии: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб,12019. – 89 с.: ил. 64.

УДК 628.9

ГРНТИ 45.51

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Л.И. Жуйко,

канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

В.О. Колмаков,

канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

О.В. Колмаков

канд. техн. наук, заведующий кафедрой СОД, КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Посвящена решению проблемы качества электроэнергии. Предлагается методика определения необходимого уровня фильтрации частотоизбирательных звеньев в сетях с нелинейной нагрузкой.*

Ключевые слова: *качество электроэнергии, высшие гармоники, амплитудно-частотная характеристика, коэффициент затухания.*

Энергосберегающие технологии все шире применяемые в современном электропотреблении оказывают негативное влияние на качество электроэнергии, порождая токи с частотой, отличной от промышленной.

Для снижения влияния на питающую сеть высших и субгармоник, генерируемых нелинейной нагрузкой, кроме устройств коррекции коэффициента мощности, возможно использовать частотозависимые цепи, шунтирующие нелинейную нагрузку. При таком частотозависимом шунте (фильтре) высшие и субгармоники будут замыкаться по контуру, имеющему высокую проводимость для высших гармоник и большое сопротивление для тока промышленной частоты (рисунок 1).

Ток в сетях с нелинейным характером потребления имеет практически неизменный спектральный ряд гармоник, тогда как амплитудные значения гармоник могут изменять свое значение в широком диапазоне [1], определяемом степенью нелинейности потребления. По этой причине, для обеспечения

допустимого уровня гармонических составляющих, фильтр должен иметь соответствующее значение добротности.

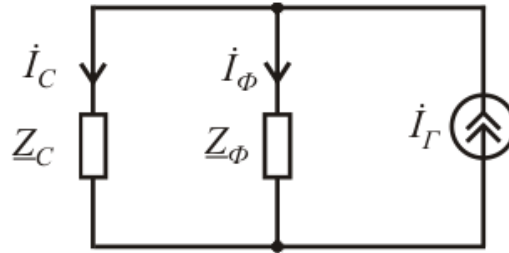


Рисунок 1 – Схема включения шунтирующего фильтра

Добротность фильтра D определяется шириной полосы перехода от полосы пропускания к полосе заграждения [2]. В полосе перехода коэффициент передачи фильтра непрерывно изменяется от значения минимально допустимого в полосе пропускания до значения максимально допустимого в полосе заграждения. Как правило, эти значения различаются в сотни и тысячи раз. По этой причине удобнее строить частотную характеристику в логарифмическом масштабе по оси частот, используя в качестве единицы измерения коэффициента передачи децибелы, т.е. перейти к логарифмическому коэффициенту передачи [3]. В некоторых случаях целесообразно для расчетов изображать частотную характеристику в зависимости не модуля комплексного коэффициента передачи от частоты, а обратной величины – коэффициента логарифмического затухания $\alpha = -20\lg|K(j\omega)|$. Такая зависимость для полосового фильтра представлена на рисунке 2.

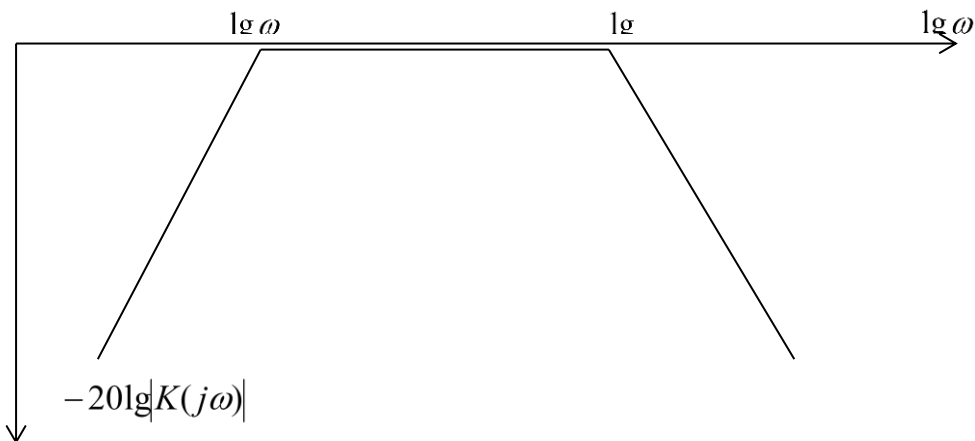


Рисунок 2 – Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика реального фильтра

Определение необходимого α для обеспечения требуемого уровня фильтрации необходимо выполнить с учетом значений основной и высших гармонических составляющих.

На рисунке 3 представлена зависимость спектра гармонических токов при нелинейной нагрузке.

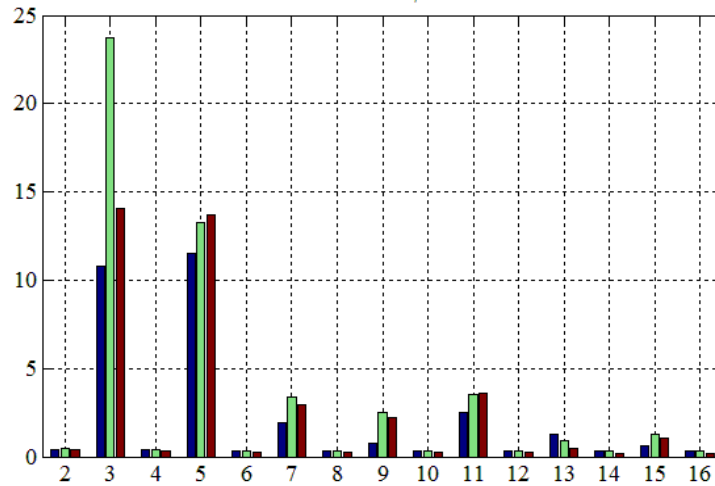


Рисунок 3 – Спектр гармоник тока при нелинейной нагрузке (светодиодные светильники)

На рисунке 4 представлена амплитудно-частотная характеристика коэффициента логарифмического затухания полосового фильтра.

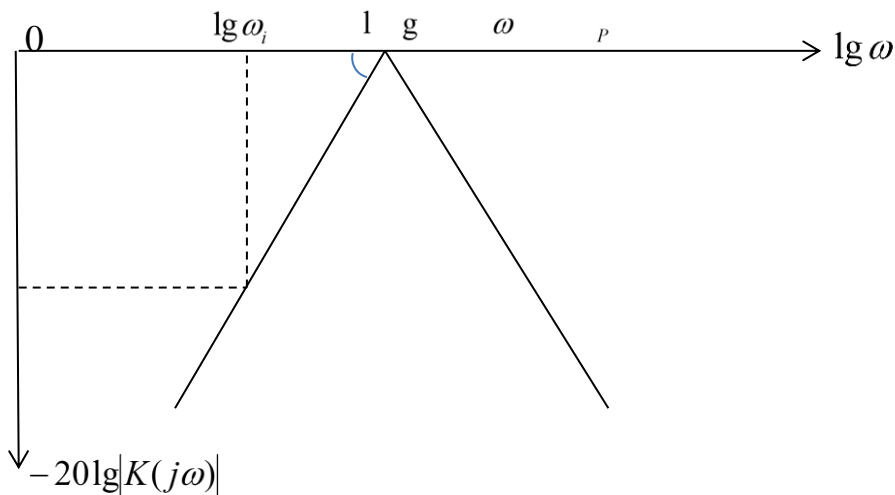


Рисунок 4 – ЛАХ полосового фильтра

Если задать условие, чтобы реальный фильтр, имеющий полосу перехода, не пропускал на выход гармоники с амплитудой, отличающейся на некоторое значение Δ от амплитуды резонансной частоты, то согласно этому условию получим равенство (1)

$$A_1 k_1 + A_2 k_2 + \dots + A_n k_n = \Delta A_p k_p.$$

или

$$\sum_{i=1}^n A_i k_i = \Delta A_p k_p, \quad (1)$$

где A_i и k_i – амплитуда гармоники и коэффициент передачи фильтра соответственно на частоте ω_i ($k_i \neq 1$),

A_p и k_p – амплитуда гармоники и коэффициент передачи фильтра на резонансной частоте ω_p ($k_p = 1$).

Используя соотношение $\alpha = -20 \lg |K(j\omega)|$ и в соответствии с рисунком 4 логарифмический коэффициент затухания α_i для частоты ω_i можно определить, как (2, 3):

$$\alpha_i = -20 \lg |k_i(j\omega)| = (\lg \omega_p - \lg \omega_i) \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

или

$$k_i(j\omega) = 10^{\frac{\lg \omega_i \cdot \operatorname{tg} \varphi}{20}}, \quad (3)$$

где $\lg \omega_i' = \lg \left(\frac{\omega_p}{\omega_i}\right) = \lg \omega_p - \lg \omega_i$.

Для обеспечения условия (1) необходимо решить систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n A_i k_i &= \varepsilon \cdot A_0, \\ k_i(j\omega) &= 10^{\frac{\lg \omega_i' \cdot \operatorname{tg} \varphi}{20}}. \end{aligned} \right\}$$

Решением данной системы является выражение (4)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\lg \varepsilon \cdot A_0}{\sum_{i=1}^n \lg A_i \cdot 10^{\frac{\lg \omega_i'}{20}}}. \quad (4)$$

Из выражения (4) можно определить угол φ , характеризующий изменение коэффициента передачи $k(j\omega)$, удовлетворяющего решению уравнения (1).

Таким образом, в зависимости от частотного спектра, влияющего на степень фильтрации, коэффициент затухания фильтра в переходной области, определяющий добротность D , однозначно вычисляется из выражения (5):

$$\alpha = (\lg \omega_p - \lg \omega_3) \operatorname{tg} \varphi. \quad (5)$$

где ω_p и ω_3 – резонансная частота и частота заграждения соответственно.

Список использованных источников

1. Полупроводниковая светотехника [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2010. – № 5. – Режим доступа: http://www.led-e.ru/articles/led-supply/2010_5_50.php
2. Колмаков, В. О. Выбор и расчет эффективного фильтра для сетей со светодиодными светильниками / В. О. Колмаков, В. И. Пантелеев // Управление качеством электрической энергии: Сборник трудов Междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 26–28 ноября 2014 г. – М.: ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2014. – С. 109–115. – ISBN 978-5-905485-9-5
3. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – М. : Наука, 1972. – 768 с.

УДК 625.1

ГРНТИ 73.29.11

ГОРЬКОВСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

Л.С. Куценкова

преподаватель, филиал СамГУПС в городе Нижнем Новгороде, г. Н. Новгород

Аннотация. Россия – самое большое государство в мире. Её площадь превышает 17 млн. км², а расстояние между крайними географическими точками составляет 8230 км. Поэтому транспорт играет большую роль в такой огромной стране. Только благодаря ему становится возможным перемещение грузов, перевозка пассажиров, доставка корреспонденции.

Наиболее развитый вид отечественного транспорта, осуществляющий более 40% мирового оборота грузов и 18% потока пассажиров – это железнодорожный транспорт (при общей протяжённости железнодорожных путей в 121 тыс. км, что составляет третий показатель в мире, после Китая и США).

Кроме грузоперевозок, железнодорожный транспорт осуществляет пассажирооборот на дальние расстояния – 70%, а также пригородные и внутригородские сообщения – 30%.

Ключевые слова: железная дорога, станции, магистраль, города, республики

Транспортная система России представлена комплексом различных видов транспорта, который позволяет обеспечить коммуникации между населенными пунктами, служит для обмена продукцией и перевозки пассажиров. Одним из основных видов транспорта является железнодорожный, с помощью

которого осуществляются грузовые и пассажирские перевозки по рельсам путем механической тяги. На железнодорожный транспорт приходится 44,4% всего грузооборота страны. 2022 год для Горьковской железной дороги является особенным.

1 августа 1862 года, то есть 160 лет назад, в эксплуатацию была принята вся линия, и от Нижнего Новгорода до Москвы отправился первый поезд. Именно эта дата является началом образования Горьковской железной дороги.

Горьковская железная дорога – филиал ОАО «РЖД» - магистраль, которая обслуживает Среднее Поволжье и Предуралье и кратчайшим путем связывает центральные и северо-западные районы России с Уралом, открывая выход в Сибирь, на Дальний Восток.

Эксплуатационная длина Горьковской железной дороги – 5296,4 км, 2896 км – это электрифицированные линии. Протяженность главных железнодорожных путей Горьковской железной дороги – 7959,4 км. Общая развернутая длина -11873,2 км.

В составе магистрали – пять регионов: Муромский, Горьковский, Кировский, Казанский, Ижевский. Горьковская железная дорога граничит с Московской (станции Петушки, Черусти), Свердловской (станции Чепца, Дружинино), Северной (станции Новки, Сусоловка, Свеча). Куйбышевской (станции Красный Узел, Цильна, Алнаши). На Горьковской железной дороге действует 377 станций, свыше 250 ведут грузовые операции. Крупнейшими сортировочными станциями ОАО «Российские железные дороги» являются: Нижний Новгород-Сортировочный, Лянгасово, Агрыз, Юдино.

На Горьковской железной дороге работает 14 основных локомотивных ремонтных и эксплуатационных депо, 4 мотор-вагонных депо, 25 дистанций пути, 12 путевых машинных станций, 9 дистанций электроснабжения.

Горьковская магистраль обслуживает в основном, разумеется, Приволжский федеральный округ. Но несколько сот километров её линий проходят и по соседним Центральному и Уральскому округу, есть станции и в Северо-Западном. В зоне обслуживания дороги попадают 15 регионов России.

Таблица 1 – Регионы, попадающие в зону обслуживания Горьковской железной дороги

Регион	Описание
Нижегородская область	Второй в России маршрут высокоскоростных поездов «Сапсан». Здесь работают завязанные на железную дорогу мощные нижегородские предприятия. А рядом с центром региона находится и лидер дороги по погрузке – станция Зелецино возле нефтеперерабатывающего комплекса в городе Кстово. Другой важный грузоотправитель региона – ОАО «Выксунский металлургический завод» - крупнейший в

Секция «Транспортные системы»

Регион	Описание
	мире производитель колёс для рельсового транспорта. С дорогой работают предприятия в городах Арзамасе, Балахне, Бору, Дзержинске, производящие стройматериалы, бумагу, стекло, химическую продукцию, сложную технику – они смогли возникнуть и работают теперь только благодаря железной дороге. И неслучайно потоки вагонов с грузами сходятся на окраине главного города региона с федерального округа – на станции Нижний Новгород – Сортировочный. Там формируется до 70 поездов в сутки.
Республика Марий Эл	площадью 23 тысячи кв.км с населением 750 тысяч. Нефтепродукты ОАО «Марийский нефтеперегонный завод» со станции Табашино, продукция предприятий марийской столицы с станции Йошкар-Ола, Волжского целлюлозно-бумажного комбината со станции Волжск, лес, стекло, стройматериалы – всё это уходит из республики в разные регионы России и за рубеж по стальным магистралям.
республика Чувашия	площадь свыше 18 тысяч кв. км и население 1,35 млн человек, - также целиком обслуживание Горьковской магистралью. Машиностроительные и литейные производства Чебоксар, химическое – Новочебоксарска, вагоностроение и вагоноремонт Канаша не могут обойтись без доставки сырья и продукции железнодорожным транспортом.
Кировская область	свыше 120 тысяч кв. км с населением 1,5 млн. Дорога работает с многочисленными лесозаготовительными предприятиями региона, с химиками Кирова – Чепецка, машиностроителями Кирова, Вятских Полян, металлургами Омутнинска. На окраине областного центра действует одна из крупнейших сортировочных станций дороги – Лянгасово, а в центре Кирова – вокзал, входящий на дороге в первую тройку по числу отправляемых пассажиров.
Республика Удмуртия	регион площадью 42 тысячи кв. км с населением около 1,6 млн жителей знаменит своим машиностроением и металлургией, его называют одним из российских арсеналов, где производят различные виды вооружений. И предприятия Ижевска, Глазова, Воткинска, Сарапула отправляют и получают ежедневно десятки вагонов с грузами.
Владимирская область	Линии дороги проходят по центру, южной и восточной части региона, станции находятся в крупнейших городах – в центре региона Владимире, в Коврове, Муроме, Гусь – Хрустальном. Постоянные клиенты дороги – предприятия машиностроительной, стекольной промышленности, стройиндустрии
Республика Мордовия	Горьковская железная дорога охватила север республики. Тысячи вагонов с грузами ежемесячно отправляет здесь станция Нуя, рядом с которой находится мощный производитель стройматериалов ОАО «Мордовцемент».
Республика Татарстан	Горьковская железная дорога обслуживает столицу – Казань – один из крупнейших городов России с населением в 1,1 млн жителей и многопрофильной промышленностью, работает с предприятиями города машиностроителей Зеленодольска, с

Регион	Описание
	производителями сельхозпродукции из района севера и запада республики. Потоки поездов сходятся к двум сортировочным станциям республики – Агрызу и Юдину. В Казани действует один из крупнейших на дороге вокзалов.

На Горьковской магистрали стоят в южной части Пермского края город нефтехимиков и машиностроителей Чайковский, город нефтяников Чернушка, город севера республики Башкортостан Нефтекамск и Янаул. В Свердловской области среди гор – город и многопрофильный узел Горьковской железной дороги Красноуфимск, который принято назвать «ворота Урала». Есть у магистрали линии и станции и еще в четырех регионах – Вологодской, Московской, Рязанской, Ульяновской областях.

Всего Горьковская железная дорога обслуживает территорию свыше 390 тысяч кв. км. Это больше по размерам, чем, например, Япония, Германия или Финляндия. Здесь живет около 12 млн человек – 8% населения России. На линиях Горьковской железной дороги, в непосредственной близости с ними или на подъездных путях, ведущих к ее станциям, стоит 74 города.

Мощное, развитое транспортное хозяйство, нацеленное на обслуживание экономики и граждан России, совершенные технологии, сотни тысяч квалифицированных на ее предприятиях, подразделениях, в филиалах дочерних зависимых обществ огромной корпорации ОАО «РЖД», - вот что такое сегодня Горьковская железная дорога.

Список использованных источников

1. <https://nauka.club/geografiya/transportnaya-sistema-rossii.html>
2. Горьковская железная дорога.-Нижний Новгород:2014-288с., илл.

ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

А.Е. Гаранин

канд. техн. наук, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

А.И. Малькова

монтёр СЦБ, Кошурниковская дистанция СЦБ, пгт. Кошурниково

***Аннотация.** Рассмотрена проблематика поиска отказов в устройствах сигнализации, централизации и блокировки, а именно в системах диспетчерской централизации.*

Выявлены основные нарушения нормальной работы диспетчерской централизации. В качестве примера выбраны микропроцессорная система диспетчерской централизации «ТРАКТ» и телемеханическая система на релейной элементной базе старого поколения «Луч».

Приведено описание поиска места отказов диспетчерской централизации «ТРАКТ» при отсутствии контроля станции по аналоговому каналу связи. Разработан алгоритм действий при частичной потере контроля станции по аналоговому каналу связи.

Рассмотрена диспетчерская централизация «Луч», выявлены основные неисправности и способы их поиска. Описаны действия при отсутствии контроля станции по аналоговому каналу связи. А также разработан алгоритм действий при отсутствии управления объектами при исправном контроле станции по каналу связи.

Отмечены способы повышения эффективности при поиске отказов в системах диспетчерской централизации

***Ключевые слова:** диспетчерская централизация, аналоговый канал связи, алгоритм, отказ, нарушение.*

Введение

Оборудование СЦБ включает в себя большое число различных элементов, приборов, устройств, чьи технические параметры имеют установленные нормы и должны соответствовать определённым техническим условиям. Любое отклонение от заданных норм может стать причиной неисправности устройств СЦБ и привести к отказу. Отказ отдельной аппаратуры может стать причиной выхода из строя всей системы ЖАТ. А отказ оборудования ЭЦ возможен и при абсолютной исправности всех входящих в неё устройств по причине внешнего воздействия.

В системах диспетчерской сигнализации, как и в любых других системах, возникают отказы, которые требуют оперативного устранения.

Характер нарушения нормальной работы диспетчерской централизации:

- отсутствием контроля станции по аналоговому каналу связи;
- частичной потерей контроля станции по аналоговому каналу связи;
- отсутствием управляющих команд на станции по аналоговому каналу связи;
- постоянным логическим нарушением контроля станции по каналу связи.

Алгоритм действий при нарушениях в ДЦ «ТРАКТ».

При отсутствии контроля станции по аналоговому каналу связи, необходимо убедиться о наличии сетевой индикации 220 В, 24 В на БПП, если индикация отсутствует, произошло перегорание предохранителей, через которые подаются питающие напряжения на стойку ЛП, на стативе увязки или БПП отключен. Если сетевая индикация 24 В отсутствует на БПВ, то причину следует искать в питающем кабеле между БПП и БПВ либо в его разъеме. Отсутствие сетевой индикации +5 В на модулях КП при отсутствии сетевой индикации +9 В на внутренней стороне кросс – платы говорит так же о неисправности питающего кабеля или отсутствия контакта в его разъеме. Если же сетевая индикация с внутренней стороны кросс-платы присутствует, значит неисправен преобразователь DC/DC. Так же следует обращать внимание на наличие: входного уровня сигнала ТУ и ТС на модуле УСО МЦОС; сетевой индикации обмена по шинам.

Алгоритм действий при частичной потере контроля станции по аналоговому каналу связи представлен на рисунке 1.

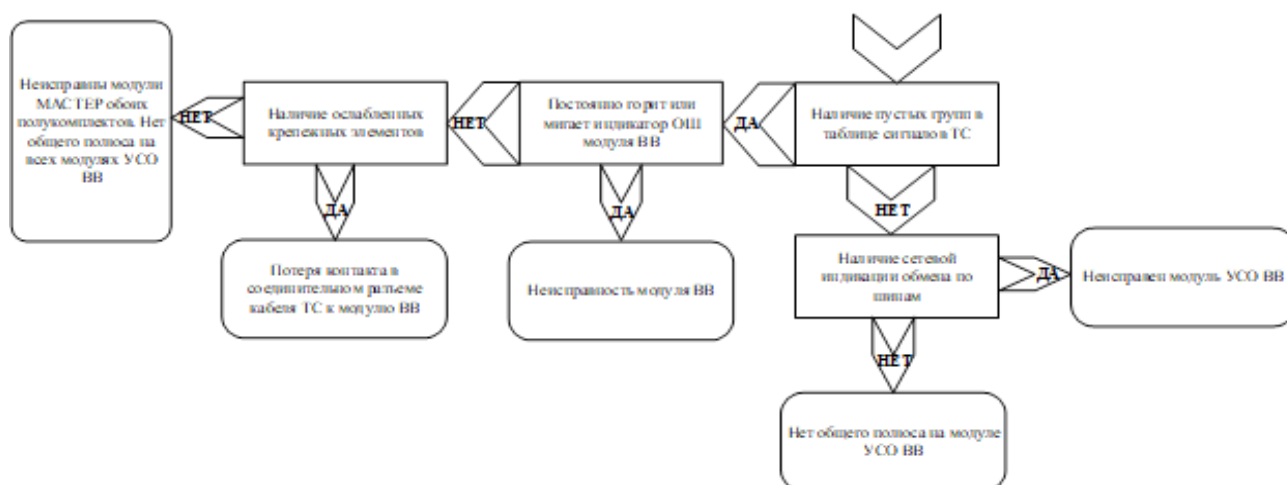


Рисунок 1 – Алгоритм действий при частичной потере контроля станции по аналоговому каналу связи

Алгоритм действий при нарушениях в ДЦ «Луч»

При отсутствии контроля станции по каналу связи в первую очередь следует обратить внимание на состояние реле М (обесточенное состояние говорит либо о неисправности цепи питания реле М, либо о потере контакта в реле КДРШ

статива). После того как проверка реле показала, что оно под током, необходимо проверить работу светодиода «ПР.ТУ». Если он нормально не гаснет при приёме команд ТУ, неисправен блок ЛУЛ.

Проверяя тактовый распределитель ТУ, необходимо проследить, что бы он досчитал до 28 шины, после чего загорелся светодиод «Зар.С», в противном случае можно делать вывод о том, элементы тактового распределителя неисправны.

О неисправности элементов демодулятора сигнала ТУ можно судить по отсутствию контроля записи команды в регистр ТУ. Если при записи команды одно из девяти реле обесточено, значит неисправны элементы блоков РТ или реле КДРШ статива.

При постоянном (логическом) нарушении контроля станции по каналу связи следует проанализировать работу реле АИР. Его периодическое обесточивание говорит о неисправности распределителя фаз или блока ЛУЛ.

Нестабильная реализация сигнала ЦС говорит о неисправности схемы дешифратора ЦС.

Если не погашены два светодиода в групповом распределителе ТС проблема в элементах схем группового или тактового распределителей, при чем работа данных схем взаимозависима, поэтому их нормальную работу и отказы рассматривают в совокупности и корректной работе элементов обеих схем.

Алгоритм действий при отсутствии управления объектами при исправном контроле станции по каналу связи представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Алгоритм действий при отсутствии управления объектами при исправном контроле станции по каналу связи

Заключение

Как показывает опыт, поиск неисправности занимает больше времени, чем ее устранение. Поэтому для повышения эффективности поиска отказов в ДЦ необходимо знать как принцип работы системы, так и взаимодействие различных блоков и модулей между собой, при этом, не забывая о последовательности действий при поиске неисправностей. А также знать места расположения приборов и устройств. Это позволит значительно сократить время на восстановления нормального режима работы системы.

Список использованных источников

1. Инструкция о порядке служебного расследования нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе на железных дорогах к Приказу МПС РФ от 8 января 1994. Приложение № 1Ц.
2. Гавзов Д.В., Дрейман О.В., Кононов В.А. Системы диспетчерской централизации. Москва: 2002. – 230 с.
3. Перникис Б.Д., Ягудин Р.Ш. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ. Москва: Изд-во «Транспорт», 1984. – 224 с.
4. Петренко Ф.В. Сборник методик и алгоритмов поиска и управления неисправностей в устройствах СЦБ. Москва: 2 редакция, 2015. – 315 с.
5. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения 01.10.2022)
6. Диспетчерская централизация «ТРАКТ» [сайт] URL: <http://scbist.com/dispatcherskaya-centralizaciya-i-dispatcherskii-kontrol/449-dispatcherskaya-centralizaciya-trakt.html> (дата обращения 28.09.2022)
7. Предупреждение и устранение неисправностей СЦБ – анализ отказов устройств СЦБ [сайт] URL: <https://lokomо.ru/scb/preduprezhdenie-i-ustranenie-neispravnostey-scb-2.html> (дата обращения 15.09.2022)
8. Диспетчерская централизация и диспетчерский контроль [сайт] URL: <http://caredenis.ru/resources/srd/html/les13.html> (дата обращения 13.09.2022)
9. Организация передачи данных в цифровых сетях технологической связи для диспетчерской централизации [сайт] URL: <https://pandia.ru/text/78/283/89442.php> (дата обращения 13.09.2022)
10. Поиск и устранение неисправностей СЦБ [сайт] URL: <https://nkass.ru/poisk-i-ustranenie-neispravnostey-scb.html> (дата обращения 10.09.2022)

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА
ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

З.Н. Ковальков

студент группы ТБ.2-19-1, ИрГУПС, г. Иркутск

М.В. Обуздина

канд. техн. наук, доцент каф. «Техносферная безопасность» ИрГУПС, г. Иркутск

Е.А. Руш

*Д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность»
ИрГУПС, г. Иркутск*

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы загрязнения водных объектов от предприятий железнодорожного транспорта, схемы очистки сточных вод. Рассмотрены месторождения туфов Забайкальского края: Холинское, Шивыртуйское, Талан-Загорское. В качестве сырья для изготовления сорбционных материалов рекомендуются клиноптилолитовые туфы Холинского месторождения. Для увеличения адсорбционной емкости предлагается в качестве модификаторов применять высококремнеорганические соединения (гексаметилдисилазан и тетраэтоксисилан) и отходы производства эпихлоргидрина.

Ключевые слова: цеолиты, сорбенты, сточные воды, нефтепродукты, ионы тяжелых металлов

Река Ангара относится к первой категории водопользования, является основным источником питьевого и хозяйственного водоснабжения для многих населенных пунктов, расположенных на территории Иркутской области. Многие предприятия железнодорожного транспорта располагаются на прилегающих территориях и являются источником загрязнения окружающей среды, в том числе водных объектов. Такие предприятия как вагонные и локомотивные депо имеют в составе сточных вод, образующихся от различных технологических операций, такие компоненты, как нефтепродукты и ионы тяжелых металлов, которые относятся в зависимости от их вида к 2-3 классу опасности, что регламентирует строгие требования, предъявляемые к системам очистки таких стоков.

Объемы сброса стоков по предприятиям различаются в зависимости от годовой производственной схемы отмывки подвижного состава. Для локомотивных депо объем сброса производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод колеблется в пределах 20-400 тыс. м³/год. Для пассажирских вагонных депо 30-180 тыс. м³/год, а для грузовых вагонных депо 20-150 тыс.

м³/год.

Такие технологические процессы, как промывка деталей в моечных машинах перед ремонтом тележек, колесных пар и других деталей и узлов; наружная обмывка подвижного состава являются источниками образования сточных вод в вагонных и локомотивных депо.

В таких случаях используются трехступенчатая система очистки промышленных сточных вод. На первом механическом этапе для улавливания крупных взвешенных частиц и нефтепродуктов используются соответственно отстойники или нефтеловушки. Эффективность улавливания составляет в среднем 40%. На втором физико-химическом этапе в большинстве случаев применяется такое оборудование, как флотатор, где нагнетаемые потоки воздуха позволяют загрязняющим веществам всплывать наверх в виде флотошлама. Эффективность такого оборудования высокая, однако не позволяет достичь требуемых нормативов качества, предъявляемых к сбросу очищенных сточных вод в системы городской канализации или на сброс в водоем. Таким образом, необходим третий этап доочистки, на котором эффективно используются адсорбенты с различными вариантами загрузки.

Несмотря на разнообразие промышленных адсорбентов, сложно найти оптимальное соотношение затрачиваемых средств на их создание и эффективности действия. В связи с чем актуальным является поиск новых вариантов создания экономических выгодных сорбентов с использованием местного минерального сырья, что позволит решить одновременно несколько экологических задач. Во-первых, вовлечение некондиционного сырья месторождений, расположенных в районах размещения предприятий железнодорожного транспорта, в технологические процессы очистки сточных вод, что позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду. в том числе и районе месторождения. Во-вторых, поиск возможностей привлечения имеющихся отходов, например, производства эпихлоргидрина, как компонента в составе модификатора для цеолитовых адсорбентов с целью увеличения их избирательной способности по отношению к ионам тяжелых металлов [1].

В некоторых случаях в зависимости от вида технологических операций могут наблюдаться проскоки некоторых тяжелых металлов, таких как медь, что предполагает поиск новых решений в области адсорбционной очистки.

Забайкалье является регионом, в котором в большом количестве располагаются залежи цеолитового сырья, т.е. имеются потенциальные возможности создания сорбционных материалов. Наибольший интерес представляют Шивыртуйское, Холинское и Талан-Гозагорское месторождения. Цеолиты обладают уникальным спектром физико-химических свойств, делающих их пригодными для использования в качестве матрицы для создания

сорбционных материалов [2].

Основным составляющим Шивыртуйского месторождения является монтмориллонит мелких фракций. Минеральный состав породы: клиноптилолит 4-85%; монтмориллонит 4-91 %, кальцит 0-23%. В качестве примесей могут выступать гидросерицит, фосфаты, опал, турмалин, биотит детрит, кристобалит, раковины остракод, пирит, каолинит. Порода является мягкой, коэффициент крепости 3,1–4,1 т/м³. Насыпная масса 0,8-0,98 т/м³[3]. удельный вес сухого измельченного до 0,15 мм материала составляет 2,3 г/см³.

При попадании во влажную среду монтмориллонит набухает и может распадаться на более мелкие составляющие. Водостойкость шивыртуйских туфов низкая: в воде при температуре 20-25 °С составляет 89–100%, в кипящей воде - 76,0–99,7 %. При отмывке фракции 0,25-1 мм потеря массы вещества варьируется от 3 до 80% при среднем значении 30-50%, что свидетельствует о значительной неоднородности механического состава.

Содержание большого количества клиноптилолита в породах Шивыртуйского месторождения делает его кондиционным материалом для использования, например, при производстве теплоизоляционных материалов. Для производства сорбционных материалов такие породы подходят меньше, так как монтмориллонит относится к глинистым материалам, которые быстро набухают при контакте с водой.

Шабазит является основным компонентом в породах Талан-Гозагорского месторождения. Плотность 2,05 г/см³, Емкость 0,47 см³/см³. В полостях алюмосиликатного каркаса шабазита располагаются катионы кальция, натрия и молекулы воды. Недостаточная адсорбционная способность шабазитовых туфов обосновывается значительным количеством катионов из-за наличия изоморфизма типа $2\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{++}$, что приводит к определенной блокировке каналов каркаса. Кроме того, шабазит плохо поддается термической обработке, так как имеет достаточно жесткий алюмосиликатный каркас, который не меняется при дегидратации минерала и обменных реакциях [3].

Текстурно-геометрические характеристики цеолитовых минералов Холинского месторождения: высокая пористость до 41%; радиус пор 0,37 мкм и их поверхность микропор — 6,214 мкм². Насыпная плотность колеблется в диапазоне 780-1000 кг/м³. Диаметры пор не превышают 10 Å [2].

Таким образом, было принято решение остановить свой выбор на цеолитсодержащих туфах Холинского месторождения из-за большее подходящего строения кристаллической решетки и возможности улучшения адсорбционных характеристик различными способами модификации.

Доказана возможность применения цеолитсодержащего сырья в качестве адсорбентов для очистки сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых

металлов. Кроме того, одновременно решается экологическая проблема накопленного вреда от отвалов некондиционного сырья, так как содержание цеолита в породе не превышает 60-66%. В то время, как для использования цеолитовых пород для производства теплоизоляционных материалов, в сельском хозяйстве, медицине, дорожном строительстве содержание минерала должно составлять не менее 85-90%.

Для увеличения адсорбционной емкости сорбента нами предложены три способа модификации. В первых двух случаях применяются высококремнеорганические соединения гексаметилдисилазан $[(CH_3)_3Si-]_2NH$ и тетраэтоксисилан $(C_2H_5O)_4Si$, которые способствуют гидрофобизации поверхности и увеличению адсорбционной емкости по отношению к ионам тяжелых металлов и нефтепродуктов [4].

В третьем случае в качестве модификатора предлагается использовать серный полимер, получаемый при использовании отходов производства эпихлоргидрина, основным компонентом которых является 1,2,3-трихлорпропан, что позволяет повысить адсорбционную емкость цеолита по отношению к ионам тяжелых металлов [5].

Сетчатый серный полимер образован при воздействии раствора серы в системе гидразингидрат – моноэтаноламин и 1,2,3-трихлорпропана. Соотношение цеолит: сера рекомендуется брать 5:1 [6].

Изучен ряд факторов, влияющих на адсорбционную емкость: исходная концентрация раствора и время адсорбции (рисунок 1а на примере Zn^{2+}), pH (рисунок 1б), температурный режим проведения процесса (рисунок 1в).

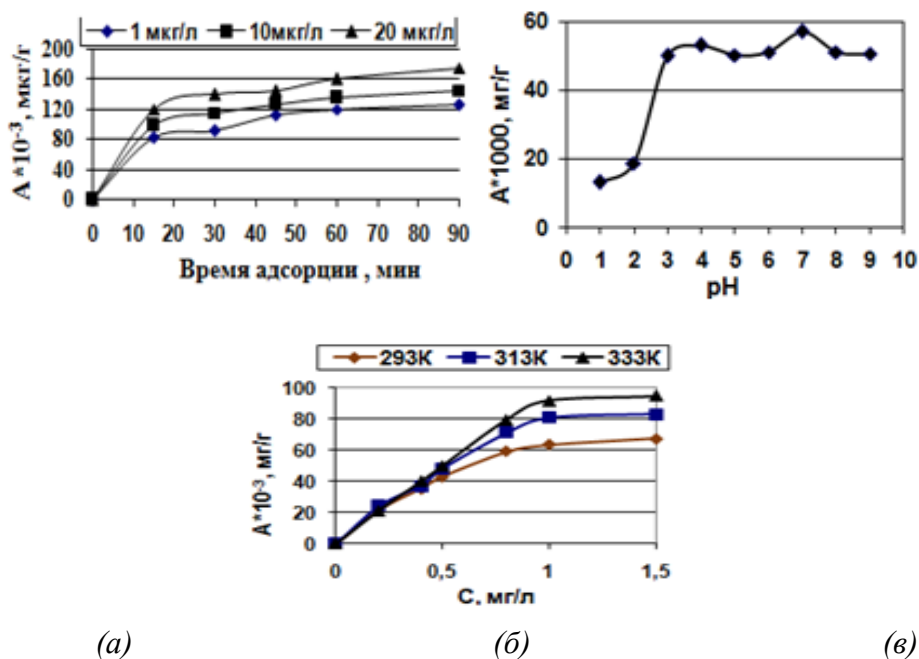


Рисунок 1 – Зависимость величины адсорбции Zn^{2+} на цеолите, модифицированном серным полимером, от исходной концентрации раствора (а), величины pH (б) и температуры (в)

Максимальная адсорбционная емкость для цеолитов, модифицированных гексаметилдисилазаном и тетраэтоксисиланом, наблюдается для нефтепродуктов при следующих оптимальных условиях: время адсорбции 20-30 мин; температура 300-310 °К; pH=6-8. В случае адсорбции Zn^{2+} , Ni^{2+} цеолитами таких же модификаций: время 30 мин; температура 333 °К; pH = 5.

Для цеолита, модифицированного серным полимером, в случае адсорбции Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} : время 30 мин; температура 333 °К; pH = 7. Адсорбция нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов на исследуемых адсорбентах доказана методами инфракрасной и энергодисперсионной спектроскопии.

Список использованных источников

6. Matinde, E., Simate G.S., Ndlovu S. Mining and metallurgical wastes: A review of recycling and re-use practices. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2018. No 8 (118), pp. 825-844.

7. Челищев Н.Ф., Беренштейн Б.Г., Володин В.Ф. Цеолиты - новый тип минерального сырья.- М.: Недра, 1987. - 176 Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир, 1984. 306 с

8. Котов П.А. Месторождения Забайкалья.- М.: Геоинформмарк, 1995.- 280 с.

9. Обуздина М.В., Руш Е.А. Изучение особенностей взаимодействия компонентов-загрязнителей промышленных сточных вод с модифицированными цеолитами по результатам комплексных физико-химических исследований.// Экология и промышленность России. – 2021, Т.25. № 3 - с. 36-40.

10. Обуздина М.В., Руш Е.А. Моделирование сорбционных процессов очистки сточных вод модифицированными цеолитами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2022. Т.3-. № 3. С. 240-249.

11. Беленький Л.И. Получение и свойства органических соединений серы.- М.: Химия, 1998. – 560 с.

**АНАЛИЗ ПОМЕХ, ВОЗНИКАЮЩИХ В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ,
ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Вик.С. Ратушняк

*канд. техн. наук, доцент, кафедра «Системы обеспечения движения поездов»
, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

М.А. Куликов

*Студент, 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Вал.С. Ратушняк

*канд. техн. наук, доцент, кафедра «Строительство железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

***Аннотация.** В статье рассмотрены помехи, возникающие на системах железнодорожной автоматики и телемеханики, которые являются одной из основных проблем на системах управления движением поездов. Также были рассмотрены виды таких помех и освещены способы подавления основных типов помех.*

***Ключевые слова:** Помехи, флуктуационные помехи, белый шум, помехоустойчивость каналов.*

Помехи – случайные воздействия, искажающие передаваемый сигнал. Помехи бывают случайными и регулярными. Случайный сигнал — это сигнал, который считается однородным с полезным и действующим одновременно с ним, регулярный сигнал — это электромагнитная помеха, возникающая и исчезающая через определённый промежуток времени. Если помеха не случайная, а регулярная, например наводки в системах автоматики и телемеханики от радиосвязи машиниста со станцией, то от неё можно избавиться с помощью соответствующих фильтров.

По способу взаимодействия помехи бывают аддитивными и мультипликативными. Первые представляет собой сумму сигналов, приходящих на вход приемника, то есть если результирующий сигнал равен произведению помехи и передаваемого сигнала. Вторые, то есть мультипликативные помехи, вызываются такими причинами как изменение характеристик линий связи, коэффициентов усиления схем при колебаниях напряжений питания, замирания сигналов в радиосвязи.

Так как наибольшее количество сообщений в телемеханике передается по проводным линиям связи, которые являются линейными электрическими цепями, то мультипликативные помехи не возникают на этих цепях, так как воздействие помех на передаваемый сигнал имеет аддитивный характер.

Также существуют детерминированные помехи, они возникают от различных промышленных устройств или других систем передачи сети переменного тока [1, 2]. Детерминированные помехи представляют собой полигармонические паразитные сигналы. Чаще всего это наводки с частотами питающих сетей 25, 50 или 75 Гц, а также гармоники от этих частот и импульсные последовательности, возникающие при коммутации.

Несмотря на большое разнообразие, аддитивные помехи разделяются на три основных класса: флуктуационные (распределенные по частоте и по времени), сосредоточенные по частоте (синусоидальные или гармонические) и сосредоточенные во времени (импульсные) помехи.

Импульсные помехи следуют друг за другом относительно редко, т.е. через такие промежутки времени, при которых нестационарные процессы в приемнике от одной импульсной помехи успевают закончиться до появления следующей импульсной помехи. В общем случае импульсные помехи представляют собой последовательность импульсов со случайными амплитудой, длительностью и моментами появления отдельных импульсов.

Флуктуационные или гладкие помехи характеризуются тем, что в них отсутствуют большие резкие колебания. Амплитуда флуктуационных помех на выходе приемного устройства пропорциональна корню квадратному полосы пропускания устройств, а мощность – полосе пропускания. При импульсных помехах мощность и амплитуда помехи пропорциональны полосе пропускания.

Флуктуационная помеха создается нерегулярной последовательностью импульсов с весьма малой длительностью. Эта последовательность называется белым шумом. Воздействия помех, близких по своей структуре к помехам типа белый шум, наиболее распространены. Спектр белого шума равномерен в достаточно широкой полосе частот.

Учитывая специфику железнодорожного транспорта, на которой создаётся довольно высокий уровень электромагнитных помех, определяющей характеристикой надёжности передачи информации является помехоустойчивость каналов [3].

Способность системы передачи информации, использующей конкретный канал связи, противостоять как непреднамеренным помехам естественного или техногенного происхождения, так и преднамеренным воздействиям, направленными на разрушение или искажение передаваемой информации, называют помехозащищённостью системы.

Как показал Шеннон, чем больше пропускная способность канала передачи информации, тем больше возможностей повысить помехоустойчивость за счет введения в передаваемые сообщения избыточности в виде служебных символов, позволяющих исправлять ошибки в принимаемых сообщениях. Иначе говоря,

сохраняя скорость передачи основной информации (цифровой или аналоговой), можно повышать вероятность правильного приема [4].

В данной статье мы решили остановиться на такой проблеме как белый шум. Известно, что он имеет равномерный энергетический спектр на всем диапазоне частот. В этом случае помехоустойчивость приёмника определяется отношением [5] (1):

$$q = \sqrt{\frac{2E}{N_0}}, \quad (1)$$

где E – энергия полезного сигнала;

N_0 – спектральная плотность мощности суммы внешних помех и внутренних шумов.

Такая помеха появляется в связи с возбуждением носителей заряда в любом проводнике или полупроводнике, при любой температуре выше абсолютного нуля. Данный шум имеет случайный характер и не изменяется с частотой. Поскольку энергия сигнала равна площади под его спектральной функцией (2), то для любой формы сигнала, если площади равны, может быть обеспечена одинаковая помехоустойчивость.

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_x(f) df, \quad (2)$$

где $\Psi_x(f)$ – спектральная функция сигнала. Это значит что мы имеем резерв в помехоустойчивости, так как помеха будет иметь неравномерный энергетический спектр, и как доказал Шеннон, наибольшая скорость передачи информации определяется максимизацией интеграла.

Существует ряд способов избавления от таких помех, как белый шум. Один из способов – сделать полезный сигнал сложным шумоподобным, чтобы мощность передатчика согласовалась с энергетическим спектром помех полезного сигнала к помехе в канале. Кроме этого существуют способы расширения спектра, использующие шумоподобную несущую, например система SS-MS-MA, в которой применяются ортогональные расширяющие коды Уолша-Адамара, но они не обеспечивают возможность адаптации шумоподобной несущей к помехам, в связи с тем что коды рассчитаны на единственный корреляционный пик, то есть границу принимаемых сигналов, иначе он может полезные сигналы считать ложными.

Известен способ импульсной частотно-временной модуляции шумовой несущей ИЧВМ ШН. В этом способе по закону модулирующего сигнала меняется центральная частота постоянно излучаемого шумового сигнала-

переносчика, однако, данный вид модуляции является однопараметрическим, что естественно снижает его потенциальную помехоустойчивость.

Известно, что увеличение сложности сигнала, численно характеризуемого удвоенным произведением ширины его спектра на длительность – базой сигнала ($2FsTs$) – может улучшить помехоустойчивость. Естественно ожидать, что чем более сложные преобразования сигналов осуществляются в процессе модуляции и чем более сложные сигналы участвуют в этом процессе, тем больше возможностей повышать помехоустойчивость. Усложнение сигналов в отведенной для передачи полосе частот можно осуществить: во-первых, путем выбора для несущего колебания не одной спектральной линии (синусоиды), а всего спектра; во-вторых, воздействовать на несущее колебание не одним мгновенным значением модулирующего сигнала (как в традиционных видах модуляции), а всеми его отсчетными значениями на относительно длинном отрезке [4].

Таким образом, в статье рассмотрены виды помех на СЖАТ и перечислены варианты избавления от белого шума, чтобы получать максимальное количество полезных сигналов. Выявлено, что чем более сложные сигналы используются в передаче данных и чем более неравномерен энергетический спектр помех в канале, тем легче выявить полезный сигнал.

Список использованных источников

1. Шилов Ю.В. Прохождение сигнала и шума через линейные электрические цепи : учебно-методическое пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2019. 127 с.
2. Тесленко В.А. Влияние помех на измерительные цепи // ПиКАД: промышленные измерения, контроль, автоматизация, диагностика. 2007. № 1. С. 52–56.
3. Шаманов В.И. Прогнозирование помехоустойчивости аппаратуры автоматики железных дорог при ухудшении условий эксплуатации // Электротехника. 2020. № 10. С. 68-72.
4. Волынская А.В. Разработка помехоустойчивых методов передачи информации в системах железнодорожной автоматики и телемеханики : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук :05.22.08 / УрГУПС. Екатеринбург, 2008. 21 с.
5. Козлов С.В. Методы и средства радиоэлектронной защиты : учебное пособие. Минск : БГУИР, 2019. 188 с.

**РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ КАЧЕСТВО
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА****Н.А. Рыжов***аспирант, инженер, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Аннотация. *Продиагностирован участок на влияние емкостной компенсации реактивной мощности на уровень напряжения на токоотборнике и коэффициент мощности в тяговой сети. Приводятся расчётные схемы замещения тяговой сети и результаты расчетов энергетических показателей для случая применения установок продольной и поперечной компенсации на участке Красноярской железной дороги между станциями Сисим и Кошурниково с постом секционирования на станции Щетинкино. Рассмотрены варианты улучшения качества электроэнергии в сетях.*

Ключевые слова: *тяговая подстанция, качество электроэнергии, продольная компенсация, поперечная компенсация.*

Установка продольной компенсации устанавливается на тяговых подстанциях последовательно в фазу С, так как это более выгодно, потому что в этой фазе «бегут» токи с двух участков, а в остальных только с одного. А установки поперечной же компенсации могут устанавливаться не только на постах секционирования, но также и на тяговых подстанциях.

Применение устройств поперечной и продольной компенсации является эффективным средством повышения энергетических показателей систем тягового электроснабжения [1]. Расчеты режимов тяговой сети выполнялись для участка между станциями Сисим и Кошурниково Красноярской железной дороги. На данных станция находятся тяговые подстанции, а пост секционирования находится между ними, на станции Щетинкино. Расчёты выполнялись для значений приведенной к точке токоотбора (пост секционирования) активной нагрузки (подвижные составы) $P_{пс} = 32$ МВт и коэффициента мощности для тягового режима подвижного состава $\cos\varphi=0,8$. Другие исходные данные были получены в результате расчетов для данного участка по методике, изложенной в [2]. Это приведенное активное $R_{л}=2,115$ Ом и индуктивное $X_{л} =8,65$ Ом сопротивления контактной сети, емкостное сопротивление УПК $X_{упк}=2,2$ Ом, емкостное сопротивление КУ $X_{ку}=270$ Ом.

На рисунке 1 приведена схема замещения тяговой сети для режима без устройств компенсации. Подвижной состав представлен схемой замещения в виде последовательного соединения активного $R_{пс}$ и индуктивного $X_{пс}$ сопротивлений.

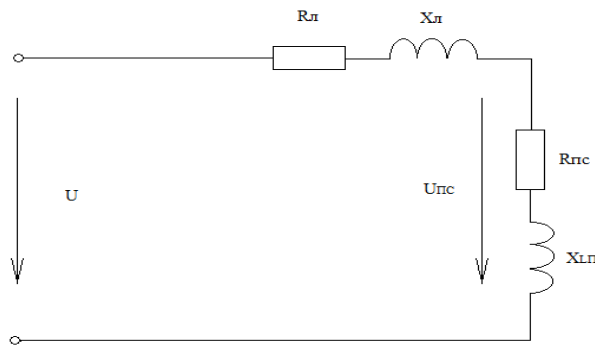


Рисунок 1 – Схема замещения ТС без КУ и УПК

Для данного режима напряжение на токоприемнике $U_{гпс} = 21,153$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,76$.

На рисунке 3 изображена схема замещения ТС для режима с включенной УПК, которая на схеме представлена емкостным сопротивлением $X_{упк}$.

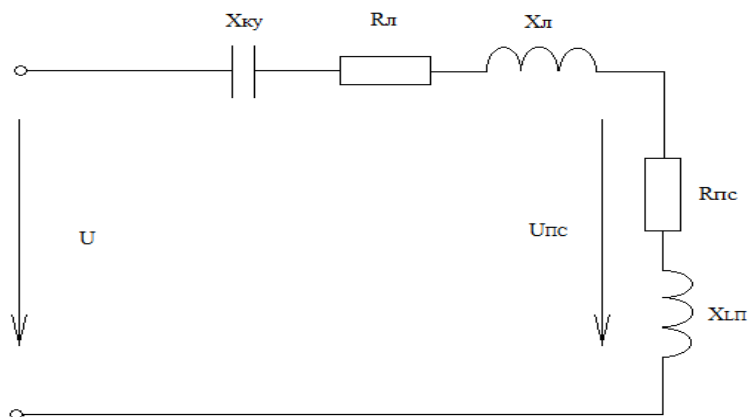


Рисунок 2 – Схема замещения ТС для режима с включенной УПК

Для данного режима напряжение на токоприемнике составило $U_{гпс} = 22,317$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,81$.

На рисунке 3 изображена схема замещения ТС для режима с включенной КУ, которая представлена на схеме емкостным сопротивлением $X_{ку}$, включенным параллельно подвижному составу.

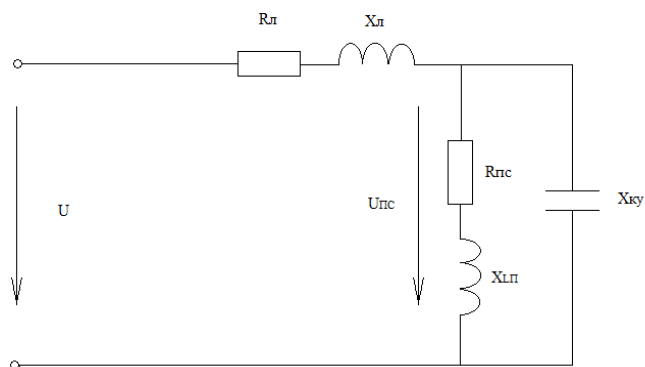


Рисунок 3 – Схема замещения ТС для режима с включенной КУ

Для данного режима напряжение на токоприемнике составило $U_{\text{пс}} = 21,553$ кВ, коэффициент мощности в тяговой сети $\cos\varphi = 0,79$.

Правильная компенсация позволяет снизить общие расходы на электроэнергию, уменьшить нагрузку элементов распределительной сети, подавить различные сетевые помехи, снизить несимметрию фаз. Напряжение на токосъемнике с установкой продольной компенсации возрастает приблизительно на 1,3кВ, а с установкой поперечной компенсации ориентировочно на 0,4кВ, это лишний раз доказывает эффективность применения таких установок на участке Сисим – Кошурниково.

Список использованных источников

1. Герман Л.А., Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог: учебное пособие / Л.А. Герман, А.С. Серебряков – Москва: 2015.
2. Инструкция о порядке выбора параметров и мест размещения установок продольной и поперечной компенсации в системах тягового электроснабжения переменного тока (утв. ОАО «РЖД» 20.10.2010 г.). –М.,2010.
3. Груненко В.А., Рыжов Н.А. Последствия установки компенсирующих устройств на железнодорожном участке // «Наука и практика: Проектная деятельность – от идеи до внедрения – 2021» / ТУСУР. Томск, 2021. С. 53-54.

УДК 621.3.031:629.3.06

ГРНТИ 73.29.41

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Е.Л. Рыжова

кандидат технических наук, доцент, ПГУПС, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В настоящей статье представлены анализ системы тягового электропривода высокоскоростных экипажей с использованием линейных синхронных электродвигателей для транспортных систем, основанных на принципе магнитной левитации, результаты разработки электропривода на основе двигателя с постоянными магнитами для линейного перемещения грузовой транспортной платформы, подвешенной в магнитном поле. В результате проведенных исследований выявлены факторы, определяющие необходимость развития инновационного вида транспорта на основе магнитной левитации. Сформулированы основные требования, а также

определены параметры компонентов линейных синхронных электродвигателей для транспортных систем с магнитной левитацией.

Ключевые слова: *высокоскоростной наземный транспорт, магнитная левитация, магнитный подвес, линейный синхронный электродвигатель.*

Введение

По прогнозам специалистов из-за бурного развития промышленности и в связи с ростом городского населения, действующие системы железнодорожного и автомобильного транспорта в России в ближайшем будущем не смогут справляться с постоянно растущими грузопассажирскими потоками. Для решения проблемы увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок, а также для увеличения скорости транспортных средств необходимо разработать инновационный вид высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ) на основе магнитной левитации или магнитолевитирующего (МАГЛЕВ) транспорта (в переводе «парение над опорной поверхностью») с применением линейного синхронного электродвигателя для создания тяги и торможения. Еще в начале прошлого века российские ученые лабораторными экспериментами показали, что транспорт без колес, рельсов и крыльев возможен. Поднимая МАГЛЕВ транспорт на опоры, где будут магниты, электромагниты, развернутая часть двигателя и подвижной состав над ним и тем самым освобождая городскую землю для жизни людей, в том числе под строительство, этот транспорт может работать на любой высоте, обходя любое препятствие. Наиболее удобный городской метрополитен является самым дорогим, как по строительству, так и по обслуживанию. Необходимо создавать аналогичный транспорт, но более дешевый. Этот вагон без колес внешне не будет отличаться от вагона метро, отвечающий всем требованиям безопасности и экологичности современного транспорта.

Общие сведения о поездах на магнитном подвесе

Магнитолевитирующий транспорт - это поезд, который не касается рельса при движении, так как между подвижным составом и поверхностью катания имеется зазор, трение исключено и единственной силой торможения является сила аэродинамического сопротивления.

В результате взаимодействия между магнитным полем, создаваемым на ходовой части поезда, и магнитным полем в обмотке линейного двигателя, размещенного в активной путевой структуре, осуществляется бесконтактное его перемещение на магнитном подвесе над поверхностью рельса. В такой системе отсутствуют вращающиеся части и механические передачи, что обеспечивает высокую надежность, энергоэффективность, простоту обслуживания, повышает ресурс работы. Достоинства таких систем - возможность максимальной

автоматизации движения и высокая степень безопасности, экологической чистоты, низкий уровень шума при движении. По скорости движения МАГЛЕВ может конкурировать с авиацией на коротких расстояниях авиаперевозок.

Однако сегодня экономические и технические ограничения не позволяют использовать технологию МАГЛЕВ в транспортной инфраструктуре, но разработаны проекты, в которых магнитные дорожные элементы располагаются между рельсами железной дороги.

Основные технологии МАГЛЕВ:

1. Электродинамическая подвеска на сверхпроводящих электромагнитах - соленоидах с обмоткой из сверхпроводящего материала с нулевым омическим сопротивлением. Поэтому наведённый в короткозамкнутой обмотке сверхпроводящего магнита электрический ток сохраняется сколь угодно долго, а его магнитное поле стабильно и лишено пульсаций. Для уменьшения сверхпроводящих потерь в обмотке при повышении температуры, когда сила тока или напряженность магнитного поля превосходят предельные значения, магниты изготавливают из сверхпроводящих материалов.

2. На электромагнитах.

3. На постоянных магнитах поезд движется, не касаясь поверхности рельса за счёт отталкивания одинаковых и притягивания разных полюсов магнитов линейного электродвигателя.

Преимущества поезда на магнитной подвеске:

- максимальная теоретическая скорость;
- практически бесшумные.

Недостатки поезда на магнитной подушке:

- высокие затраты на создание и содержание трассы;
- вес магнитов, энергопотребление.

Электромагнитное поле, создаваемое магнитной подвеской, может быть опасным для поездных бригад и населения окрестных районов, а также людей с кардиостимуляторами из-за значительного превышения норм его напряжённости.

Придется на больших скоростях контролировать зазор между дорогой и поездом с помощью сверхбыстрых систем управления. Потребуется сложная дорожная инфраструктура, не позволит создавать разветвленные сети с ответвлениями и развязками [1, 2].

История развития высокоскоростного наземного транспорта

Для обеспечения минимального времени в пути, увеличения скорости, пропускной способности магистралей и повышения комфортабельности для пассажиров ВСНТ начал стремительно развиваться в начале прошлого столетия. Первые рекорды достижения максимальной скорости на железной дороге были

установлены в 1903 г. в Германии, когда электровоз достиг скорости 210 км/ч, а в 1905 г. в США скорость паровоза достигла 204 км/ч. В России была достигнута скорость до 300 км/ч на поездах с авиатурбинами и 249 км/ч в США, с дизельной тягой - 230 км/ч в Великобритании (1973), с электрической тягой во Франции - 515,3 км/ч (1990) и в Великобритании - 315 км/ч (1978).

В европейских странах ВСНТ объединен в общую систему протяженностью более 15 000 км, где поезда движутся со скоростью 250-350 км/ч, а на поездах с магнитным подвесом - со скоростью до 500 км/ч. Единственная в мире пассажирская железнодорожная линия на магнитной подушке протяженностью 30,5 км действует в Шанхае, по которой поезд движется со скоростью 430 км/ч. Скорость поезда в конце 1990-х гг. в Японии составляла 260-300 км/ч, а в 1999 году поезд на МАГЛЕВЕ достиг рекордной скорости 552 км/ч.

В настоящее время проекты по развитию транспортных систем на магнитной подушке для пассажирских и грузовых перевозок разрабатываются и в других странах, в том числе и в России.

В 2025 году планируется запуск высокоскоростного поезда по технологии МАГЛЕВ, с использованием электромагнитной подвески на магнитах высокой проводимости, установленных на электропоезде и на пути. При этом состав перемещается между магнитами, и, несмотря на притяжение Земли, магнитное поле позволяет поезду висеть над поверхностью линии, и, таким образом, двигаться быстрее обычного поезда, обеспечивая во время движения безопасность пассажиров.

При скорости до 150 км/ч поезда, созданные по технологии МАГЛЕВ, нуждаются в дополнительных колесах, позволяющих более плавно остановить поезд в случае аварии, для чего используются выдвижные аэродинамические и дисковые тормоза. В штатном режиме при торможении используется электродинамическая тормозная система. Машинист может управлять составом полностью с помощью бортового компьютера [2].

Использование линейных синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов

Движение поезда осуществляется линейным электродвигателем, посредством прямого преобразования электроэнергии, исключая механическую передачу, в энергию поступательного движения поезда и является составной частью линейного электропривода.

Линейные синхронные двигатели (ЛСД) с возбуждением от постоянных магнитов, могут использоваться для создания тяги при использовании систем магнитной левитации.

Используются две категории разработанных конструкций ЛСД:
- низкого ускорения - для транспорта МАГЛЕВ;

- высокого ускорения - для разгона поезда до высокой скорости.

Для линейного перемещения грузовой платформы, подвешенной магнитным полем служит электропривод (ЭП). Линейный электропривод также обеспечивает торможение подвижного состава. Также в него входит аппаратура регулирования силой тяги и скорости за счет изменения частоты напряжения и тока в обмотках двигателя.

Реализация создания электропривода может выполняться в виде активной дорожной конструкции с использованием источника питания на платформе. Но подачи электроснабжения на передвигающуюся платформу можно избежать, применяя в качестве источника электропитания аккумуляторы, заряжающиеся во время движения поезда от обмоток дополнительных генераторов, расположенных на платформе.

В статье рассматривается ЭП на базе ЛСД, управляемый с помощью пульта, находящегося в непосредственной близости от двигателя. Активно-путевая конструкция ЭП выполнена в виде статора, получающего электропитание от полупроводникового преобразователя. Индуктор тягового двигателя, состоящий из постоянных магнитов и магнитопровода, размещается на платформе. При таком размещении индуктора нет необходимости передавать электроэнергию к движущемуся поезду, отсутствуют контактный рельс и нет токоприемники на подвижном составе [3, 4].

ЛСД состоит (рисунок 1) из статорных модулей, скрепленных болтами и сваркой, уложенных на фундаменте путевой структуры, и индуктора, установленного таким образом, что между статором и индуктором имеется воздушный зазор 10 - 25 мм.

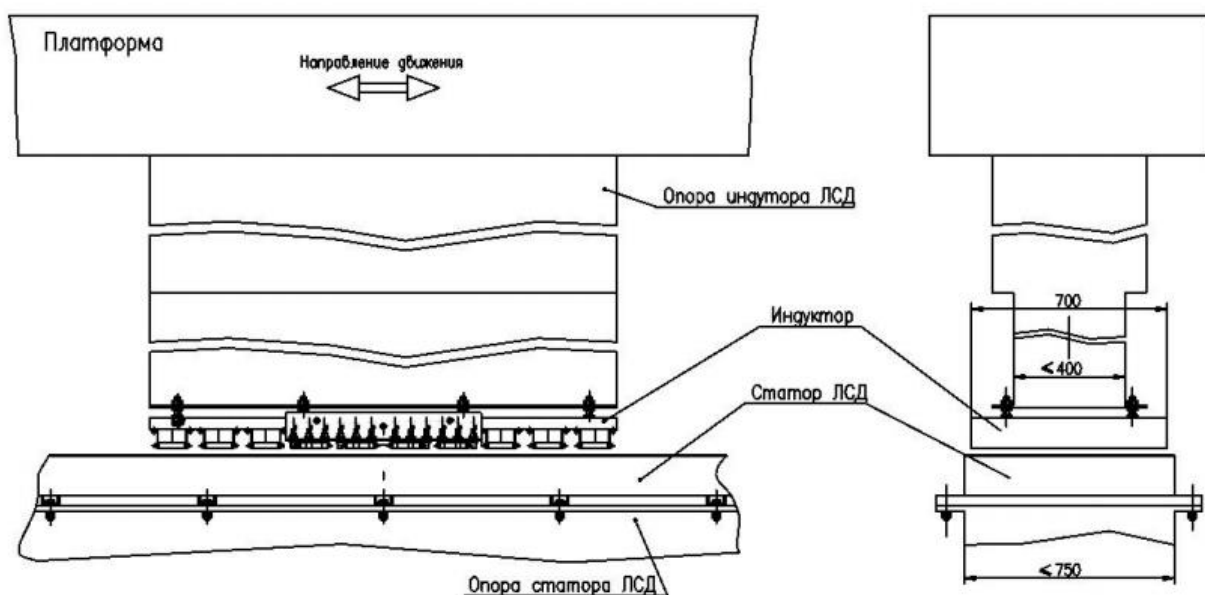


Рисунок 1 – Расположение двигателя на платформе

Общее количество статорных полюсов, расположенных под индуктором, - больше 12 и кратно числу фаз (18, 24 и т.д.). Сердечник статора состоит из листов ферромагнитной стали толщиной 10 мм, стянутых шпильками. В пазах магнитопровода на каждом полюсе установлены катушки, подключенные к шести фазам, начало и конец которых соединены с сетевым кабелем.

Индуктор представляет собой основание из ферромагнитной стали, с закрепленными на ней 10 полюсами с чередующейся полярностью с постоянными магнитами. Полюсы прижаты к индуктору с помощью ферромагнитных стальных пластин.

Магнитный модуль - квадратная труба из нержавеющей стали, в которой находятся десять кубически магнитов с одинаковой намагниченностью. Сила тяги передается от полюса к плите через алюминиевые скобы, прикрепленные к пластине по бокам полюса.

Система питания (СП) электропривода передает электроэнергию от сети переменного тока к приводному двигателю. При этом в целях снижения энергопотребления электропитание осуществляется только тех секций обмотки двигателя, которые находятся в непосредственной близости от индуктора, а дополнительные секции подключаются по мере передвижения платформы.

СП включает в себя следующие элементы [5, 6]:

- сварочные выпрямители, состоящие из трансформатора и диодного выпрямителя, обеспечивающие соответствие уровней напряжения питающей сети к рабочему напряжению СП;
- транзисторные IGBT - типа мосты сгруппированы из пары транзисторных ключей, с помощью которых источник подает на фазу разнополярный потенциал;
- варисторы защищают транзисторные ключи от перенапряжений при отключении токнесущей фазы от источника;
- переключатель направления движения управляет двигателем в соответствии с сигналами датчиков положения индуктора (ДПИ), каждый из которых отвечает за ток определенной полярности. Два дополнительных ДПИ, устанавливаемые на разных концах индуктора, предусмотрены для остановки платформы.

Заключение

Итак, с учетом параметров и устройства электротягового привода высокоскоростных транспортных средств с использованием линейных синхронных электродвигателей определены их преимущества: отсутствие вращающихся частей и механической передачи, простота в эксплуатации, длительный срок службы.

Недостатками ЭП являются более низкая энергоэффективность по сравнению с обычным электроприводом из-за разомкнутости магнитной цепи, сложность конструкции и дороговизна их производства.

Общая эффективность левитирующих транспортных систем с линейным синхронным электродвигателем на высокоскоростных поездах наземного транспорта не уступает эффективности обычного электротягового привода за счет исключения промежуточных звеньев для передачи тягового усилия и отсутствия буксования при механическом контакте ходовой части с путепроводом. Предложенный в статье способ построения линейного ЭП позволяет за счет простоты и модульности конструкции двигателя, а также секционного способа питания его обмоток (что уменьшает стоимость преобразователя) создать грузовые платформы на магнитной подвеске в кратчайшие сроки и с наименьшими затратами.

Список использованных источников

1. Киселёв И.П., Сотников Е.А., Суходоев В.С. Высокоскоростные железные дороги: учебник. Петербургский государственный университет путей сообщения, Санкт-Петербург: 2001. 384 с.

2. Гапанович В. А. Магнитолевитационная транспортная технология. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 476 с.

3. Антонов Ю. Ф., Зайцев А. А.. Магнитолевитационный транспорт: научные проблемы и технические решения. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. 612 с.

4. Лapidус Б. М., Лapidус Л. В. Железнодорожный транспорт: философия будущего. Москва: Прометей, 2015. 232 с.

5. Техничко-экономическое сравнение магнитных и высокоскоростных систем // Веб-сайт Комитета по транспорту и инфраструктуре. URL: <http://archives.republicans.transportation.house> (дата обращения: 25.10.2021).

6. Зайцев А. А. Контейнерный мост Санкт-Петербург - Москва на основе магнитной левитации // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии : труды 2-й Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 17-20 июня 2014 г. / Киров: МЦНИП, 2014. С. 8-21.

**ВНЕДРЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТООПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

О.В. Снеткова

преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

***Аннотация.** В данной статье описывается внедрение светодиодных светооптических систем на железной дороге, достоинства и недостатки светодиодных систем по сравнению с лампами накаливания. Ресурсосбережение как важнейший фактор для уменьшения эксплуатационных расходов и экономия энергетических ресурсов за счет перехода на светодиодные системы. Описание схемы управления входного светодиодного светофора. Ведется усовершенствование светодиодных систем в настоящее время и перспективы использования в дальнейшем*

***Ключевые слова:** светодиоды, схема управления, входной светофор, ресурсосбережение, достоинства, недостатки, усовершенствование*

Ресурсосбережение – это важнейший фактор, который обеспечивает уменьшение эксплуатационных расходов. Исходя из этого, происходит экономия энергетических ресурсов за счет перехода на светодиодные системы. Для этого создаются ресурсосберегающие программы, потому что идет процесс развития, и он должен обеспечиваться своевременным переходом к усовершенствованным техническим решениям.

Переход от светофорной сигнализации ламп накаливания к светодиодным светооптическим системам осуществляется с 1998 года. Испытания первых светодиодных систем начались в 2001 году на Горьковской железной дороге. В 2007-2009 годах реализуется программа ресурсосбережения в ОАО «РЖД», а в 2006 году уже изготавливается и проходит квалификационные испытания первая установочная партия. В настоящее время планируется светодиодной головки с токовым контролем, которая предназначена для управления движением поездов и осуществления контроля неисправности в рабочем режиме.

Из схемы управления исключаются реле СО (СОЖ) используются для переключения сигнала с основной нити на резервную нить. Освобождаются жилы Р1Ж, РЗ, Р2Ж, РБ, РК используются для подключения СССУ красного огня для питания от батарей в случае пропадания резервного и основного питания. Вводится повторитель аварийного реле БА. Реле КО осуществляет контроль красного огня. Контроль исправности работы реле БА1 выведен на линию А. Из которой исключены реле РКО, СО, СОЖ. Дополнительные реле МГС и ЗС

включают маршрутные реле. СТ-4 сигнальные трансформаторы устанавливаются для управления огнями входного светофора.

В случае выхода из строя выпрямителя, который питает красный и пригласительный огни, контактами реле ЧБА переключается схема смены ламп на питание от аккумуляторной батареи.

К достоинствам светодиодов по отношению к лампам накаливания относятся:

- дольше срок службы (не менее 20 лет);
- увеличение дальности видимости на 25%;
- исключается появление ложного сигнала за счет отсутствия светофильтра;
- экологичность и отсутствие помех и электромагнитных излучений.

К недостаткам относятся:

- дороговизна на внедрение;
- невозможность корректного перехода в ночной режим;
- искажение цветности при прямом солнечном излучении по оси сигнала

Последний недостаток является достаточно серьезным, так как под угрозу попадает безопасность движения поездов.

Исходя из вышесказанного, можно считать, что использование светодиодных систем вместо ламп накаливания будет обеспечивать снижение затрат на потребление энергии и обслуживание.

Список использованных источников

1. Внедрение светодиодных светофоров на сети железных дорог. Газета «Евразия вести» 2010 год.
2. Светодиодные железнодорожные светофоры. Миф или реальность. Журнал АСИ №1, 2005год;
3. Схемы включения светодиодных светооптических систем для железнодорожных светофоров производства ЗАО «Транс-Сигнал» в системы релейной электрической централизации. Технические решения НКМР.676636.030-02 ТР.

**КОМБИНИРОВАННЫЙ ГИДРОТРАНСФОРМАТОР
КАК ОСНОВА СИЛОВОЙ ГИДРОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОВОЗА**

Н. Н. Трушин

Д-р техн. наук, профессор, ТулГУ, г. Тула

Аннотация. *В тепловозах применяются силовые гидропередачи, содержащие несколько гидродинамических машин. Такие гидропередачи характеризуются сложной конструкцией, большими габаритами и массой. Преодолеть недостатки серийных гидропередач возможно при использовании гидропередачи на основе комбинированного гидротрансформатора с двумя турбинами осевого и центробежного типов. Элементы управления гидротрансформатором предусматривают независимую или совместную работу турбин. Первая турбина играет роль пускового гидротрансформатора, а вторая турбина – маршевого гидротрансформатора. Спроектированный гидротрансформатор предусматривает также два переключаемых реактора для работы с первой или второй турбиной. Оригинальность разработанных принципиальных технических решений защищена патентами РФ.*

Ключевые слова: *тепловоз, трансмиссия, гидродинамический трансформатор, гидромеханическая передача.*

На маневровой и поездной работе, на подъездных путях промышленных предприятий работают тепловозы с силовыми гидропередачами. В основном это маневровые тепловозы из семейства ТГМ, серийный выпуск которых начался в 1950-х гг. [1]. Кроме тепловозов, гидропередачи устанавливаются также на дизель-поезда, мотовозы, дрезины, автомотрисы. Положительными свойствами гидропередач являются высокая тяговая способность, относительно низкий удельный вес, нетребовательность к дефицитной меди, относительно низкая стоимость.

Центральными элементами силовых гидропередач являются гидромуфты и гидротрансформаторы. Такие свойства как плавность трогания с места и перехода с одного режима на другой, широкий диапазон регулирования частоты вращения ведомого вала при сохранении постоянной частоты вращения ведущего вала, ограничение крутильных колебаний и защита от толчков, возникающих во всем приводе, практически отсутствие износа деталей обусловили широкое распространение гидродинамических передач в приводах мобильных машин различного назначения [2].

Поскольку и маневровые, и магистральные тепловозы с силовыми гидропередачами работают в широких диапазонах нагрузок и скоростей, то

характеристики гидротрансформатора или гидромуфты в отдельности не могут обеспечить необходимой тяговой характеристики тепловоза. Поэтому гидропередачи тепловозов было принято выполнять с несколькими гидродинамическими передачами [3].

Первые многоциркуляционные (т.е. с несколькими гидродинамическими машинами) гидропередачи были сконструированы в 1930-х гг. и представляли собой комбинацию гидротрансформатора и гидромуфты. Гидротрансформатор обеспечивал плавное трогание и разгон трансмиссии, а гидромуфта использовалась при установившемся движении. Впоследствии функции таких гидропередач стали выполнять комплексные гидротрансформаторы.

Многоциркуляционные передачи много лет применяются на отечественных и зарубежных тепловозах, обладая очень высокой нагрузочной способностью: в некоторых гидропередачах тепловозов передаваемая мощность достигает 3600 кВт (~5000 л.с.). В многоциркуляционных гидропередачах гидродинамические машины специализируются и оптимизируются для работы на различных режимах работы тепловоза: маневровый или поездной, пусковой или маршевый. Как правило, в тепловозных гидропередачах применяются двух- и трехступенчатые гидротрансформаторы типа *Lysholm-Smith*, первые образцы которых были сконструированы еще в 1920-е гг. [4]. Многоциркуляционные гидропередачи работают с поочередным автоматическим заполнением и опорожнением гидроаппаратов в зависимости от условий движения тепловоза,

Многоциркуляционные гидропередачи при всех своих достоинствах характеризуются высокой сложностью конструкции, большими габаритными размерами и массой. На заполнение и опорожнение гидромашин затрачивается достаточно большое время. В настоящее время в российских тепловозах применяются унифицированные гидропередачи типа УГП-750/1200, используемые на тепловозах с номинальной мощностью двигателя 750 и 1200 л.с. соответственно [3]. Эти гидропередачи в зависимости от исполнения содержат один или два двухступенчатых гидротрансформатора и одну гидромуфту с различными параметрами. Масса гидропередачи УГП-750/1200 в различных исполнениях составляет 5400-5600 кг, что также свидетельствует о высокой степени сложности и материалоемкости данной передачи. На тепловозах с мощностью двигателя до 500 л.с. применялись также унифицированные гидропередачи семейства УГП-350/500, содержащие один гидротрансформатор и две гидромуфты. Многоциркуляционные гидропередачи также применялись и на узкоколейных тепловозах.

Первые серийные отечественные гидропередачи для тепловозов были спроектированы и запущены в производство в середине 1950-х гг. В процессе серийного выпуска гидропередачи неоднократно модернизировались, но

принципиальная их кинематическая схема и конструкция оставались неизменными. Некоторое распространение в отечественном локомотивостроении получили импортные гидропередачи компании *Voith Turbo* (Германия). Гидропередачи *Voith* характеризуются высокими технико-экономическими показателями, однако в условиях импортозамещения и локализации производства в России сложной и наукоемкой техники необходима переориентация российской промышленности на создание собственных оригинальных машин.

Многоциркуляционные гидропередачи для тепловозов обычно содержат многоступенчатые гидротрансформаторы типа *Lysholm-Smith*, не имеющие режима гидромукты. Некоторые модели тепловозных гидропередач оснащаются одноступенчатыми (с одной турбиной) комплексными гидротрансформаторами автомобильного типа, способными автоматически переходить на режим гидромукты. Однако коэффициент трансформации одноступенчатых гидротрансформаторов не превышает $K=3,5-4$ [5].

Многоступенчатые гидротрансформаторы обладают более высокими преобразующими свойствами ($K=4,5-5,5$ и более). В таких гидротрансформаторах две или три турбины одновременно соединены с выходным валом и вращаются с одинаковой угловой скоростью. Высокие преобразующие свойства многоступенчатых гидротрансформаторов обусловлены наличием в их конструкциях двух или трех турбин разного типа. Турбина центробежного типа показывает наилучшие свойства в диапазоне малых передаточных отношений (0-0,3), турбина осевого типа – в зоне средних передаточных отношений (0,3-0,6), а турбина центростремительного типа – в диапазоне высоких передаточных отношений (более 0,6) и на режиме гидромукты [6]. В области малых передаточных отношений многоступенчатые гидротрансформаторы обладают более высоким КПД по сравнению с одноступенчатыми конструкциями. Высокое значение коэффициента трансформации многоступенчатого гидротрансформатора позволяет сократить количество ступеней в механической коробке передач, упростить кинематическую схему трансмиссии и ее систему управления.

Многоступенчатые гидротрансформаторы имеют и определенные ограничения. В таких гидротрансформаторах с каждой турбиной должен быть сопряжен отдельный реактор, чтобы вращающие моменты, возникающие на каждой турбине, имели одинаковое направление. Геометрические параметры и профили лопаток рабочих колес и реакторов многоступенчатого гидротрансформатора выбираются из компромиссных соображений, поскольку все турбинные колеса жестко соединены с выходным валом и вращаются с одинаковой угловой скоростью [7]. Указанные особенности многоступенчатых

гидротрансформаторов ограничили их широкое применение в транспортном машиностроении. Поэтому обеспечение энергетической эффективности гидropередач во всем диапазоне трансформации вращающего момента двигателя в зависимости от величины внешней нагрузки остается актуальной научно-технической задачей. Также актуальной задачей является снижение материалоемкости гидropередач.

Другим направлением повышения энергетической эффективности гидротрансформаторов являются многотурбинные конструкции, в которых две или три турбины разного типа вращаются с разными угловыми скоростями, а суммирование моментов от турбин осуществляется через зубчатые передачи планетарного или непланетарного типов. Некоторое распространение в транспортном машиностроении получили двухтурбинные гидротрансформаторы с турбинами осевого и центростремительного типа, сконструированные в 1950-1960-е гг. компаниями *General Motors* и *Allison Transmission* [8]. Аналогичные конструкции были клонированы в СССР и ЧССР [9, 10]. Двухтурбинные гидротрансформаторы применялись в трансмиссиях ковшовых погрузочно-доставочных машин ПД-8 и ПД-12 грузоподъемностью 8 и 12 тонн соответственно [11]. В настоящее время двухтурбинные гидротрансформаторы применяются в трансмиссиях ковшовых колесных погрузчиков ZL-50 и ZL-60 компании XCMG (КНР) [12].

С целью совместить в одной конструкции позитивные свойства многоступенчатых и многотурбинных гидротрансформаторов была разработана принципиальная кинематическая схема гидropередачи, защищенная патентом РФ № 2716378 [13]. Спроектированная гидropередача может быть реализована и в силовых трансмиссиях железнодорожных машин. Суммирование моментов от турбин происходит непосредственно на выходном валу без участия зубчатых передач. Гидротрансформатор имеет симметрично расположенные насос и турбину центростремительного типа для обеспечения эффективной работы гидротрансформатора на режиме гидромукты. Выходной вал гидropередачи соединяется с реверс-режимной коробкой.

В качестве прототипов для проектирования использовались двухтурбинные гидротрансформаторы компаний *General Motors* и *Allison Transmission*, в которых сопряжение первой турбины осевого типа с выходным валом осуществляется через самоуправляемую муфту свободного хода. Кроме этого, прототипы имели сложный механизм поворота лопаток реактора с целью оперативного изменения прозрачности гидротрансформатора [7]. Введение в состав спроектированного гидротрансформатора управляемых муфт и переключаемых реакторов позволяет расширить эксплуатационные возможности трансмиссии самоходной машины относительно прототипов.

Спроектированная гидропередача по сравнению с традиционными конструкциями содержит один гидротрансформатор, который сочетает свойства и одноступенчатых, и многоступенчатых гидротрансформаторов. По сравнению с многоциркуляционными передачами предлагаемое решение при прочих равных условиях характеризуется уменьшенными габаритными размерами и массой, отсутствием времени, затрачиваемого на заполнение и опорожнение гидромашин. Независимая работа двух турбин и соответствующих им двух реакторов позволяют оптимальным образом спрофилировать их лопатки и тем самым обеспечить достаточно высокие значения КПД во всем диапазоне передаточных отношений гидротрансформатора. При практической реализации данного проекта возможно использование элементов рабочих колес от серийных и ранее разработанных гидротрансформаторов.

Список использованных источников

1. Маневровые тепловозы / Белобаев Г.Я., Бурьяница В.И., Гавриленко М.К. и др. Под ред. Л.С. Назарова. Москва : Транспорт, 1977. 408 с.
2. Семичастнов И.Ф. Гидравлические передачи тепловозов. Москва : Машгиз, 1961. 332 с.
3. Гидродинамические передачи : Проектирование, изготовление, эксплуатация / Б.А. Гавриленко, И.Ф. Семичастнов, Л.И. Рымаренко, В.С. Руднев, Э.М. Быков, Ю.П. Тресков. Москва : Машиностроение, 1980. 224 с.
4. Ломакин Н.Н., Трушин Н.Н. История изобретения и развития гидродинамического трансформатора А. Лисхольма // Проблемы истории и философии науки и техники. Тюмень : ТИУ, 2021. С. 81-86.
5. Лапидус В.И. Автомобильные гидротрансформаторы. Москва : Машиностроение, 1971. 160 с.
6. Трусов С.М. Автомобильные гидротрансформаторы. Москва : Машиностроение, 1977. 271 с.
7. Мазалов Н.Д., Трусов С.М. Гидромеханические коробки передач автомобилей. Москва : Машиностроение, 1971. 290 с.
8. Нарбут А.Н. Гидромеханические передачи автомобилей: учебное пособие. Москва : ООО "Гринлайт+", 2010. 192 с.
9. Новый двухтурбинный гидротрансформатор и его характеристики / С.М. Трусов, П.И. Баженов, Ю.К. Есеновский-Пашков, О.И. Гируцкий, И. Стратил, Л. Пур, И. Бенеш // Автомобильная промышленность. 1983. № 7. С. 17-18.
10. Бим-Бад Б.М. Автомобильные гидромеханические передачи ЧССР // Автомобильная промышленность. 1980. № 7. С. 30-31

11. Ковшовые погрузочно-транспортные машины / П.А. Корляков, Г.С. Кордюков, Ю.Н. Павлов, Г.А. Рожков, Ю.М. Словесный, Ю.А. Шешин. Москва : Недра, 1980. 200 с.

12. Трушин Н.Н. Проектные решения в области кинематических схем гидромеханических передач транспортных и технологических машин // Автомобилестроение : проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства. Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2021. С. 413-418.

13. Патент 2716378 Российская Федерация. МПК F16H 41/22; F16H 45/02; F16H 61/14; F16H 61/62. Гидромеханическая передача транспортного средства / Н.Н. Трушин; заявитель и патентообладатель Тульский гос. ун-т. № 2019132137 ; заявл. 10.10.2019 ; опубл. 10.03.2020. Бюл. № 8. 12 с.

УДК 621.316

ГРНТИ 44.09.29

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ОБОГРЕВ ПОДСТАНЦИИ

А.Р. Христинич

кандидат технических наук, доцент, КрИЖТ ИРГУПС, Красноярск

Р.М. Христинич

доктор технических наук, профессор, КрасГАУ, Красноярск

Е.В. Христинич

кандидат технических наук, доцент, КрасГАУ, Красноярск

Аннотация. В статье освещаются вопросы затрат тепловой и электрической энергии на собственные нужды трансформаторной подстанции, в частности на обогрев; уменьшение потребления тепловой энергии в части затрат, а также изменение концепции понятия собственных нужд подстанции, а также подбор типов нейронных сетей для начала решения данного вопроса.

Ключевые слова: энергоэффективность, трансформаторная подстанция, обогрев, нейронная сеть.

Согласно статистическим данным в Российской Федерации происходит ежегодное увеличение потребления электроэнергии. Потребление электроэнергии, в свою очередь, указывает на активность производственной части экономики. При этом, в зависимости от района расположения, погодных условий, срока службы силового оборудования и других факторов из года в год потери электроэнергии также растут.

Немаловажными являются потери на трансформаторных подстанциях. И, если на линиях электропередачи потери от нагрева невозможно никак освоить, то на подстанциях это вполне посильная задача. Одно из направлений повышения энергообеспечения в нашей стране как раз является улучшение рационального использования собственных нужд подстанции, а значит снижение потребления электроэнергии на собственные нужды.

Более действенно использовать новые методики по рациональному потреблению электроэнергии на подстанциях 500 кВ и выше, однако и на более низких классах напряжений (вплоть до 110 кВ) эффект также будет заметен.

Обычно к собственным нужда подстанции относят потребление такими электроприемниками, как измерительные устройства и аппаратура, оборудование для жизнеобеспечения персонала ПС, дополнительное оборудование на случай аварийных ситуаций (батареи аккумуляторов). При этом, нормы расхода электроэнергии на собственные нужды приведены в инструкции РД 34.09.208 "Инструкция по нормированию расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций 35-500 кВ, М., 1981".

В данной статье приводятся анализ и освещаются решения для снижения потребления собственных нужд подстанции. Примерная подстанция условно находится в 1,0 км к юго – западу от с. Холмогорское Шарыповского района Красноярского края. Мощность подстанции приведем 1002 МВА. В эксплуатации находится следующее оборудование:

1. Открытое распределительное устройство 500 кВ
2. Две группы из трех однофазных автотрансформаторов 3х167000 кВА типа АОДЦТН – 167000 – 500/220 – 75У1 кВ (5АТ, 6АТ).
3. КТПБ – 110/10 кВ с трансформаторами 2х6300 кВА

На территории подстанции условно расположены следующие здания и сооружения: общеподстанционный пункт управления (ОПУ), в котором располагаются ГЩУ, аккумуляторная, помещение щитов собственных нужд переменного и постоянного тока, помещение связи; КТПБ – 110/10 кВ для резервирования собственных нужд ПС; компрессорные №1 и №2; здания РЩ1, РЩ2, РЩ3; ЗРУ – 10 кВ.

Питание нагрузок собственных нужд на напряжении 380/220 В осуществляется от десяти трансформаторов собственных нужд мощностью 1000 кВА, работающих по схеме с явным резервом. Трансформаторы подключены к шинам ЗРУ-10 кВ. Щиты СН установлены в ОПУ, ТМХ РЩ– 1, ТМХ РЩ – 2 и в ЗРУ – 10 кВ.

Система охлаждения автотрансформатора спроектирована таким образом, чтобы температура его частей не превышала допустимых пределов.

Допустимые температуры для масляных автотрансформаторов: температура обмотки – 65°C; Наружные поверхности магнитопровода и конструктивных частей – 75°C, температура масла в верхних слоях при герметизированном исполнении – 60°C. Перегрев токоведущих частей трансформатора может привести к последующему повреждению трансформатора уже электрического характера. Автотрансформатор имеет циркулярно – дутьевую систему охлаждения, которая состоит из трех рабочих и одного резервного охлаждающих устройств типа ДЦ, навешенных на бак.

Несколько слов стоит также сказать о характеристиках электродных котлов и насосных агрегатов системы теплоснабжения промышленных зданий подстанции. На подстанции источником теплоснабжения промышленных зданий – общеподстанционного пункта управления (ОПУ), гаража, здания трансформаторно-масляного хозяйства (ТМХ) служат встроенные электродные котлы с электродными котлами типа КЭВ – 0,4 кВ. Котлы электродные водогрейные КЭВ – 0,4 кВ предназначены для получения горячей воды за счет тепла, выделяемого электрическим током при прохождении его непосредственно через воду и применяются для отопления, и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений как в закрытых, так и в открытых системах с параметрами (+70°C) (+90°C). Теплоносителем для систем отопления, горячего водоснабжения является вода с параметрами 70°C. Электрические котлы установлены: в ОПУ КЭВ – 160/0,4 – 4шт, в ТМХ КЭВ – 250/0,4 – 6шт, в гараже КЭВ – 250/0,4 – 2шт. Технические данные котлов представлены в таблице. Горячее водоснабжение зданий ТМХ и гаража обеспечивается электродными котлами типа КЭВ – 0,4 кВ, установками для нагревания холодной воды до температуры 80°C и сетью разводящих трубопроводов.

В электродной ОПУ и гараже установлены по два насоса К – 20/30, в электродных ТМХ установлены в системе отопления

СН – 1 К80 – 50 – 200С, СН – 2 К45/30, в системе горячего водоснабжения (ГВС) установлены два насоса К20/30. Насосные агрегаты К 20/30 укомплектованы электродвигателями серии 4А100 2 мощностью 4кВт. Насосные агрегаты К 45/30 и К 80 – 50 – 200 укомплектованы электродвигателями серии ДМ – 132 А2, мощностью 5,5кВт.

Разработка математической модели, позволяющей осуществить оптимальное управление системой охлаждения автотрансформатора даст возможность повысить энергетическую эффективность работы оборудования для обеспечения СН ПС. Математическая модель даст возможность поддерживать заданный температурный режим работы оборудования при минимальном расходе электроэнергии на охлаждение, а также позволит минимизировать электрические потери. В процессе эксплуатации силовых

автотрансформаторов с принудительным воздушно – масляным охлаждением из-за низкой функциональной надежности работы системы автоматического включения и отключения электроприводов циркуляционного насоса и вентиляторных установок происходят частые их включения и отключения с допустимой наибольшей длительностью до 30 минут на допустимой температуре верхних слоев масла 55°С. Частые включения и отключения электродвигателя вентиляторов и маслососов при охлаждении силовых трансформаторов снижают надежность их работы до 30%, а потери электрической энергии из-за пусковых токов достигают 30 – 41%

Управление системой охлаждения автотрансформатора производится путем прогнозирования теплового состояния автотрансформатора с помощью адаптивной математической модели, построенной на основе искусственной нейронной сети (ИНС). ИНС обладает чертами искусственного интеллекта. Натренированная на ограниченном множестве данных сеть способна обобщать полученную информацию и показывать хорошие результаты на данных, не использовавшихся в процессе обучения. Создать математическую модель адаптивного управления системой охлаждения автотрансформаторов позволит программный комплекс Matlab, который поддерживает различные архитектуры ИНС.

В качестве входных данных для прогнозирования теплового состояния автотрансформатора АОДЦТН – 167000 – 500/220 – 75У1 принимаем значения. Для обучения нейронной сети задается последовательность значений входов P и целей T , представленных, например, в следующем виде:

$$P = [167\ 578\ 75\ 40\ 528,6; 150,3\ 520,2\ 72\ 40\ 447,4; 133,6\ 462,4\ 69\ 40\ 375];$$

$$T = [50; 45; 40]$$

Для обучения ИНС были выбраны два алгоритма, которые наиболее часто используются при прогнозировании временных рядов. Первым использовался алгоритм Левенберга - Марквардта, который основан на достижении наименьшей среднеквадратической ошибки. Обучение сети прерывается в тот момент, когда перестает происходить ее уменьшение.

При использовании этого алгоритма ошибка на тестовой выборке была выше, чем на тренировочной. Поэтому данный алгоритм обучения ИНС не был выбран для решения поставленной задачи. Вторым алгоритмом обучения ИНС – алгоритмом, основанным на регуляризации Байеса. Обучение по данному алгоритму занимает больше времени по сравнению с алгоритмом Левенберга – Марквардта, но при этом достигается минимальная среднеквадратическая ошибка (порядка $6,8E-05$). Также при прогнозировании временных рядов, ошибка на тестовой выборке становится меньше, чем на обучающей. Эти факты

обуславливают выбор данного метода для дальнейшего построения модели ИНС.

На начальном этапе исследования для прогнозирования электропотребления использовалась сеть прямого распространения данных и обратного распространения ошибки (Feed-forward backprop). В скрытом слое – 15 нейронов. При такой архитектуре сети для ее обучения необходимо задать целевые значения временного ряда, которые являются эталоном при составлении прогноза и входные данные, которые подлежат обработке. После обучения, ИНС подбирает весовые коэффициенты таким образом, чтобы среднеквадратическое отклонение выходных значений от эталона было минимальным.

Сеть обучается каждый раз «с нуля», что не способствует увеличению точности, а напротив, приводит к различным решениям при одном и том же наборе данных. После выбора всех параметров нейронной сети, было проведено ее испытание. Качество обучения сети можно проследить следующее - предельное значение проверки на эффективность не превышает 9-го цикла, а точность обучения составила 0,11311.

Данный недостаток отсутствует у сети, представляющей собой модель нелинейной авторегрессии с внешними входами (NARX). Поэтому, для прогнозирования была выбрана нейронная сеть NARX. Структура нейронной сети выбрана экспериментально. Сеть состоит из одного скрытого слоя и одного выходного. В скрытом слое сети – 25 нейронов.

Список использованных источников

1. Пушмина А.Н., [Интеллектуальная система учета электроэнергии](#) на тяговой подстанции. Молодежная наука. труды XXVI Всероссийской студенческой научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. Красноярск, 2022. С. 125-130.

2. Христинич Р.М., Христинич Е.В., Христинич А.Р. [Повышение эффективности и надежности работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов](#) при использовании интеллектуальной системы управления. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 138-142.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н.Д. Шаванов

аспирант направления подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» направленности программы «Экология (по отраслям)», ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Иркутск

Н.А. Коновалова

Канд. хим. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, начальник НИ ПТБ «ЗабИЖТ-Инжиниринг», ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Чита

Е.А. Руш

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В работе представлены данные по проблеме накопления паровозных золошлаковых смесей - отходов прошлой хозяйственной деятельности железнодорожного транспорта, накопленных за более чем 140-летний период. Данные отходы являются объектами накопленного вреда окружающей среде (НВОС). Рассмотрены требования природоохранного законодательства Российской Федерации в области ликвидации объектов НВОС. Отмечено отсутствие информации об отвалах паровозных золошлаков в Федеральном классификационном каталоге отходов. Показана актуальность изучения состава и свойств паровозных золошлаков, которые могут выступать в качестве нетрадиционного минерального сырья для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: отходы производства; отходы железнодорожного транспорта; паровозные шлаки; антропогенное воздействие; ликвидация объектов накопленного вреда окружающей среде

На территории Российской Федерации к настоящему времени накоплено свыше 30 млрд. т производственных отходов [1], выявлено более 340 объектов накопленного вреда окружающей среде (НВОС) [2, 3]. Накопление производственных отходов вызывает ухудшение санитарно-гигиенических условий жизни населения, наносит непоправимый ущерб окружающей среде и здоровью человека [4, 5]. Поэтому разработка эффективных способов ликвидации объектов НВОС и повышение уровня утилизации отходов является важнейшей задачей государственной политики в области экологической безопасности (Указ Президента Российской Федерации № 176 от 19.04.2017 г.).

Федеральным законом №89-ФЗ регламентируется деятельность по обращению с отходами, которая включает стадии сбора, накопления, обработки (сортировки), утилизации, обезвреживания; транспортирования и размещения отходов [6-8]. Накопление отходов должно быть управляемым и

контролируемым процессом, поэтому Приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования № 242 от 22.05.2017 г. утвержден Федеральный классификационный каталог отходов. Накопление отходов допускается только в местах (площадках, полигонах), соответствующих требованиям природоохранного законодательства и может осуществляться путем их раздельного складирования по видам и группам отходов или путём раздельного накопления [6]. Ликвидация отходов осуществляется на специальных локациях – объектах размещения отходов, которые включены в Государственный реестр объектов размещения отходов [9].

Субъектами организации работ по ликвидации НВОС являются федеральные органы исполнительной власти (при уполномочивании их Правительством РФ), а также органы государственной власти субъектов страны или органы местного самоуправления. Организация работ по ликвидации НВОС предполагает следующие этапы: проведение необходимых исследований (например, инженерных изысканий); разработку, согласование и утверждение проекта работ; проведение, контроль, приемку выполненных работ. Детальный порядок организации работ по ликвидации НВОС установлен Правилами организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде, утвержденными Постановлением Правительства РФ №542 от 4 мая 2018 г. [10].

Актуальной проблемой железнодорожной отрасли является накопление паровозных золошлаков, образованных в результате угольного отопления паровозов. Паровозостроение в России началось с 1843 г. в период строительства Петербурго-Московской железной дороги. Выпуск паровозов прекратился в 1956 г., а паровозная тяга просуществовала до 1984 г. [11]. В настоящее время паровозы используют исключительно для культурно-образовательной и туристической целей. Примером может выступать Кругобайкальская железная дорога (КБЖД), общей протяженностью 260 км, первый поезд по которой прошёл в 1904 г. Активным остается участок длиной 94 км маршрута Слюдянка – порт Байкал, который обслуживается паровозом Л-4253, а ранее – паровозом П-36.

На паровозах, отапливаемых тощими углями или антрацитами, были установлены зольники для регулирования подвода воздуха, сбора золошлаков, а также для предотвращения их высыпания на междупутье при открытых клапанах. При движении на паровозной тяге, очистку зольника осуществляли через каждые 100 км [12], что неизбежно приводило к крупнотоннажному накоплению паровозных золошлаков на протяжении более 140 лет. При этом информация об объемах накопления паровозных золошлаков отсутствует и данный вид отходов не внесен в Федеральный классификационный каталог отходов.

Следует отметить, что комплекс мероприятий по рекультивации отвалов золошлаковых отходов является неэффективным, так как процессы почвообразования в данном случае восстановить невозможно. В связи с этим актуальным является ликвидация отвалов паровозных шлаков, эффективность которой будет напрямую зависеть от объемов накопленных золошлаков, степени их опасности для окружающей среды, размера и времени существования отвалов, природно-климатических условий и масштабов их воздействия на окружающую среду.

Анализ технологических решений в области ликвидации объектов НВОС позволил выделить наиболее эффективные:

- *in situ* (изоляция загрязнителей, создание барьеров и противодиффузионных экранов, удаление и обезвреживание загрязняющих веществ и т.д.);

- *ex situ* (извлечение загрязненного фрагмента с последующим обезвреживанием с привлечением биологических, физических, химических, физико-химических методов).

Золошлаковые отходы имеют богатый химический состав, особые технико-эксплуатационные характеристики, поэтому могут выступать ценным вторичным сырьем для различных отраслей промышленности. Поэтому важнейшей задачей является изучение состава и свойств золошлаков, что позволит осуществить подбор технологических решений их утилизации с получением полезного конкурентоспособного продукта. Это соответствует стратегическим целям ОАО «РЖД» на период до 2030 года, которые заключаются в рациональном использовании ресурсов, сохранении и восстановлении экосистем, обеспечении их безопасности в зонах влияния объектов инфраструктуры, а также предотвращении и ликвидации экологического ущерба от деятельности компании. Особо отмечена актуальность ликвидации объектов накопленного экологического вреда, связанного с прошлой хозяйственной деятельностью, а также вовлечение отходов, как дополнительных источников сырья, в хозяйственный оборот.

Список использованных источников

1. Волынкина Е.П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 2 (20). – С. 43-49.

2. Соловьянов А.А., Чернин С.Я. Ликвидация накопленного вреда окружающей среде в Российской Федерации // М.: Наука РАН, 2017. – 456 с.

3. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 1. Государственный реестр ОНВОС

// Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – Т. 62. – № 2. – С. 88–113.

4. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31.

5. Gadde B., Bonnet S., Menke C. et al. Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines // Environmental Pollution. – 2009. – Vol. 157. – Issue 5. – P. 1554-1558.

6. Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об отходах производства и потребления» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).

7. Приказ Минприроды России от 14.08.2013 №298 «Об утверждении комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации».

8. Бабак Н.А., Макарова О.Ю. Обращение с отходами производства и потребления // Санкт-Петербург: ПГУПС, 2016. – 38 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/91105> (дата обращения: 12.04.2022).

9. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) «Об охране окружающей среды».

10. Экологическое право (вопросы и ответы) // Кемерово: КемГУ, 2019. – 183 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/141576> (дата обращения: 12.04.2022).

11. Раков В.А. Локомотивы отечественных железных дорог (1845-1955 гг.) // М.: Транспорт, 1995. – 564 с.

12. Хмелевский А.В., Симушков П.И. Паровоз (Устройство, работа и ремонт) // М.: Транспорт, 1973. – 416 с.

СЕКЦИЯ

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

УДК 629.423.1

ГРНТИ 55.03.03

МЕТОДИКА ВЫБОРА КОЛИЧЕСТВА И РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК КРЕПЛЕНИЯ КОЖУХА ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ К ТЯГОВОМУ ДВИГАТЕЛЮ ЭЛЕКТРОВОЗА

А.Г. Андриевский

старший преподаватель кафедры ЭЖД, Красноярский институт железнодорожного транспорта (КрИЖТ), г. Красноярск

***Аннотация.** В работе приведен ряд факторов, которые следует учитывать при проектировании и эксплуатации кожухов зубчатой передачи электровозов с опорно-осевым подвешиванием тяговых двигателей. Обозначены и дано обоснование необходимости учета нагруженности стальной конструкции кожуха. Приведены расчетные соотношения для учета нагрузок возникающих при нестандартном (аварийном) закреплении кожуха зубчатой передачи к тяговому двигателю электровоза. Предложена методика оценки наработки кожуха в случае нестандартного (аварийного) нагружения, которое может возникнуть в условиях эксплуатации. Обозначены основные подходы для выбора количества и расположения точек крепления кожуха зубчатой передачи к тяговому двигателю электровоза.*

***Ключевые слова:** кожух зубчатой передачи, кожух редуктора, нагруженность, прочность и ресурс.*

Надежность кожуха тяговой зубчатой передачи (КЗП) в процессе эксплуатации грузового электровоза во многом зависит от его крепления к тяговому двигателю [1]. Сварная конструкция КЗП нагружена собственным весом, динамическими эксплуатационными нагрузками и реакциями опор его крепления к тяговому двигателю. Очевидно, что величина опорных реакций и динамико-прочностные свойства конструкции КЗП находятся в зависимости от количества и взаимного расположения точек его крепления к тяговому двигателю – отсюда следует необходимость разработки рационального подхода к выбору условий его закрепления, который должен быть отражен в соответствующей методике.

Традиционно прочностные расчеты в машиностроении подразделяются на проектировочные и проверочные [2]. Основной задачей проектировочных расчетов является выбор материала и геометрических размеров детали, а проверочных расчетов – определение максимальных напряжений при уже заданных размерах детали.

Задача определения количества и взаимного расположения точек крепления КЗП к тяговому двигателю включает проектировочные и проверочные прочностные расчеты, так как требуется определить количество точек крепления КЗП и их геометрические параметры взаимного расположения, а после чего проверить прочность сварной коробчатой конструкции КЗП из листового металла с учетом сложившихся новых условий нагружения.

Структурные элементы методики выбора технического решения по количеству и взаимному расположению точек крепления КЗП к тяговому двигателю в составе алгоритма процедур расчета приведены на рис.1.

Для рационального выбора технических решений целесообразно использовать критерии, оценка которых дает наиболее полное представление и снижает неопределенность в выборе технического заключения по поставленной задаче [3, 4].

Для оптимального выбора технического решения принято использовать целевые функции. При решении конкретной задачи любая совокупность параметров, минимизирующая выбранную целевую функцию, должна удовлетворять ограничениям, налагаемым на значения этих параметров, обусловленных конструктивными соображениями. Например, возможность расположения точек крепления между подшипниковым щитом и стенкой кожуха ограничена расстоянием между поверхностями этих элементов.

При выборе количества точек крепления следует руководствоваться тем, что групповое болтовое соединение характеризуется вероятностью безотказной работы $P_{\text{болт}}$, например, при условии, что отказ болтов происходит одновременно, а вероятность безотказной работы каждого болтового соединения входящего в группу болтов одинаковая, а событие отказа каждого болта из группы болтов независимо.

$$P_{\text{болт}} = 1 - \prod_{i=1}^{n-j} (1 - P_{i-j}), \quad (1)$$

где P_{i-j} – вероятность безотказной работы i -го единичного болтового соединения из группы болтов от $i=1$ до n , при $j = n - 1$.

Таким образом, чем больше болтов крепления, тем меньше вероятность их одновременного отказа, однако при этом возрастает вероятность отказа одного

болтового соединения из группы болтов, так как вероятность нахождения системы из группы болтов без отказа болтов

$$P_{\text{б.гр.}} = \prod_{i=1}^{n-j} P_{i-j}, \quad (2)$$

Если рассматривать КЗП как балку испытывающую деформацию изгиба, то кривизна ее геометрической оси определяется по закону Гука при изгибе по выражению

$$\frac{1}{\rho_x} = \frac{M_x}{E \cdot J_x}, \quad (3)$$

где M_x – изгибающий момент;

ρ_x – радиус кривизны;

$E \cdot J_x$ – жесткость сечения при изгибе.

Напряжение в конкретном сечении кожуха можно определить по выражению

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M(l)}{W_x(l)} \leq [\sigma], \quad (4)$$

где $M(l)$ – изгибающий момент;

$W_x(l)$ – осевой момент сопротивления сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

При первоначальном задании положения точек крепления КЗП следует обращать внимание на соответствие величине возникающего изгибающего момента в сечении характеристикам сечения, так как сечение балки имеет переменное сечение по длине, т.е. стремиться, чтобы уровень напряжений возникающих по длине балки был наиболее равномерным по ее длине.

Таким образом, для анализа конструкции кожуха представляет интерес геометрические характеристики его сечений, такие как осевые моменты инерции J_x , J_y и моменты сопротивления сечения изгибу W_x , W_y , которые имеют переменное значение по длине его конструкции, как это видно из рисунков 1 и 2.

При непрерывном мониторинге технического состояния можно своевременно обнаружить появившиеся нарушения в работе оборудования, однако такой процесс дорогостоящий и не всегда целесообразен [4, 5].

Секция «Эксплуатация железных дорог»

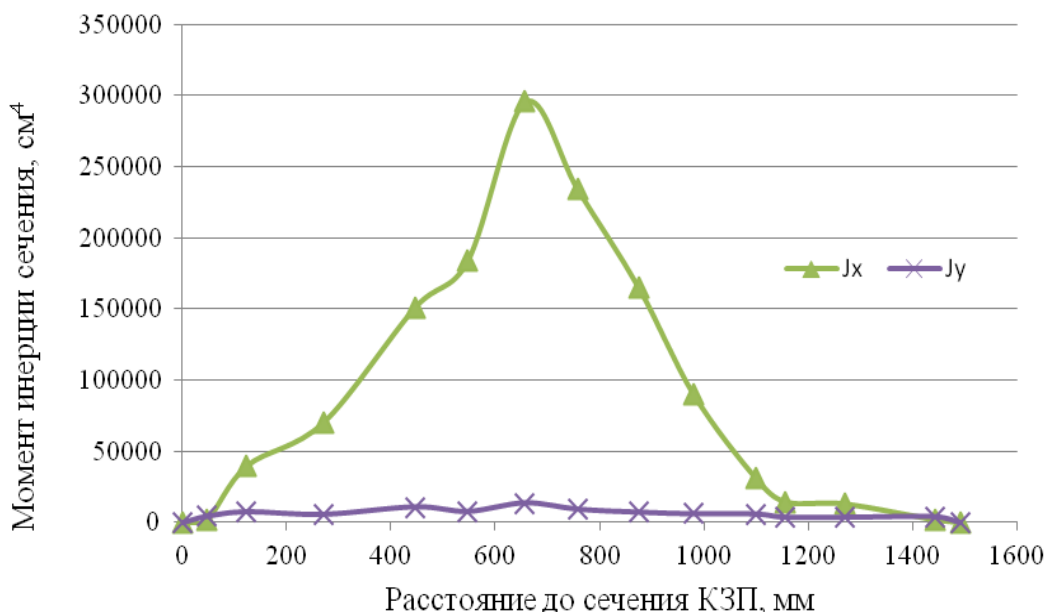


Рисунок 1 – Зависимость параметров сечения кожуха Jx, Jy по его длине

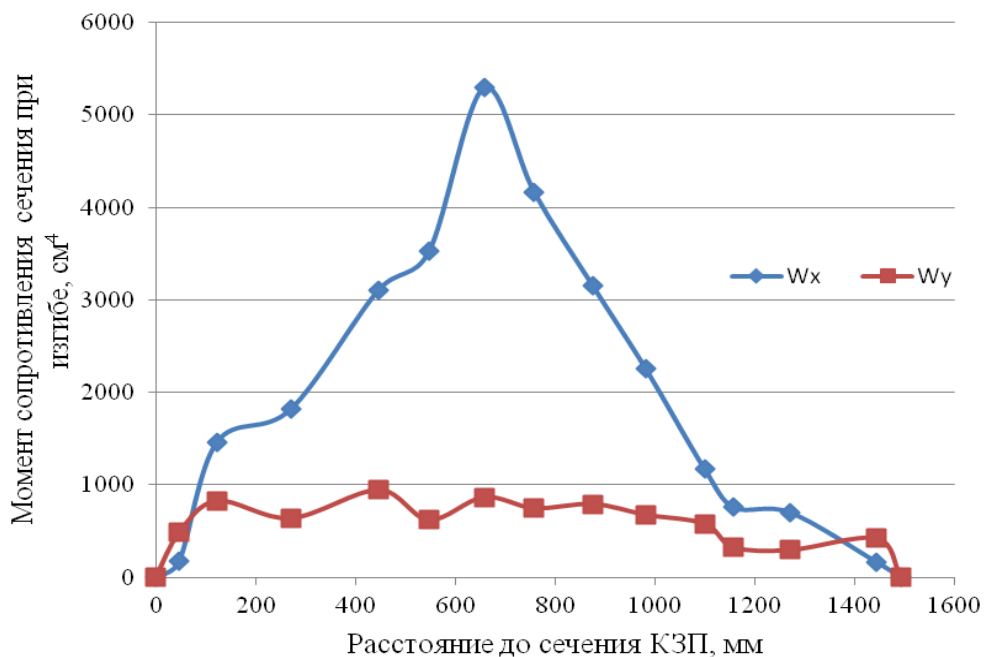


Рисунок 1 – Зависимость параметров сечения кожуха Wx, Wy по его длине

Оценка пробега (наработки) с определенным значением нагруженности позволяет более точно оценить ресурс КЗП. Примем, что в интервале времени t_i для выборки из N_i кожухов будет выявлено n_i кожухов с ослаблением болтов крепления. Тогда для определения вероятности ослабления болтов в рассматриваемом интервале наработки t_i можно записать выражение

$$P(t_i) = \frac{n_i}{N_i}. \quad (5)$$

С учетом этого суммарный пробег КЗП с повышенными нагрузками в интервале времени t_i составит

$$\sum l_i = P(t_i)k \sum L_i = \frac{n_i}{N_i} k \sum L_i, \quad (6)$$

где $\sum l_i$ – суммарный пробег КЗП с повышенными нагрузками;

$\sum L_i$ – суммарный пробег локомотивов в интервале времени t_i ;

k – количество КЗП на одном локомотиве.

Рассчитаем средний пробег, с повышенными нагрузками приходящийся на один КЗП выборки:

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum l_i}{\sum N_i} = P(t_i)k \frac{\sum L_i}{\sum N_i} = \frac{n_i}{N_i} k \frac{\sum L_i}{\sum N_i}. \quad (7)$$

Таким образом, для повышения надежности конструкции кожуха зубчатой передачи следует учитывать особенности геометрии его конструкции, возможность возникновения нестандартных режимов нагружения по причине аварийного крепления к тяговому двигателю или повышенных динамических нагрузок при резонансных режимах работы.

Список использованных источников

1. Андриевский, А. Г. Расчетно-экспериментальное определение динамических характеристик кожуха тяговой зубчатой передачи электровоза / А. Г. Андриевский, В. В. Москвичев, Е. А. Чабан // Известия Транссиба. – 2020. – № 3(43). – С. 47-57.

2. Исследование неметрических постановок решения задач выбора в САПР / Ю. В. Кандырин, М. Х. Хла, Л. Т. Сазонова, Г. Л. Шкурина // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2016. – № 6(185). – С. 45-51.

3. Горский А. И. Определение допускаемых напряжений при расчетах на прочность [Текст] / А. И. Горский, Е. Б. Иванов-Эмин, А. И. Кореновский. – Москва: НИИмаш, 1974. – 79 с.

4. Биргер И. А. Резьбовые и фланцевые соединения / И. А. Биргер, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.

5. Галкин В. Г. Надежность тягового подвижного состава: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / В. Г. Галкин, В. П. Парамзин, В. А. Четвергов. – М.: Транспорт, 1981. – 184 с.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПЕСОЧНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗА**

А.Г. Андриевский

старший преподаватель кафедры ЭЖД, Красноярский институт железнодорожного транспорта (КрИЖТ), г. Красноярск

***Аннотация.** Повышение массы поездов на Восточном полигоне предъявляет более высокие требования к тягово-сцепным свойствам электровозов. Одним из факторов непосредственно повышающим сцепные свойства электровоза является подача песка в точку контакта между колесом и рельсом при развитии процесса буксования. Таким образом, надежная работа песочной системы создает условия для наиболее полного использования тягово-сцепных свойства электровозов. Необходимо отметить, что песочное хозяйство требует существенных затрат для выполнения технологических процессов подготовки песка, что приводит к необходимости разработки технологии более рачительного расхода песка электровозом в пути следования.*

***Ключевые слова:** форсунка песочницы, песочная система, песок, расход песка.*

Эффективность песочной системы электровоза зависит от ряда факторов [1, 2], которые обусловлены климатическим воздействием, направленным положением песочной трубы относительно колеса и неверно отрегулированным распределением подачи песка под колеса различных осей электровоза, как это показано на рисунке 1.

Климатический фактор проявляется в появлении конденсата в песочной системе электровоза, возникающего при резких перепадах температуры влажного воздуха, например при контакте, с металлическими патрубками. Колесные пары электровоза могут воспринимать различный вес при движении экипажа, например, первые по ходу колесные пары обезоруживаются при действии продольных тяговых усилий на кузов электровоза, что следует учитывать при выборе количества подаваемого песка под первые колесные пары. Кроме того, колесные пары воспринимают различный вес при движении в кривых участках пути, так как внешний рельс имеет возвышение по сравнению с внутренним рельсом колеи. Различие диаметров колес и допустимое проектное отклонение нагрузок на колесные пары так же приводит к неравномерной нагрузке колесных пар и, следовательно, к различным условиям сцепления колеса с рельсом [3].



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на эффективность песочной системы электровоза

Повышение массы поездов, требуют реализацию более высоких тяговых усилий, которые, как известно, имеют ограничение по силе сцепления и при превышении ее развивается процесс буксования колесных пар. Вероятность такого режима возрастает с ростом массы поезда. На рисунке 2 показана однофакторная модель, описывающая зависимость расхода песка от массы поезда для электровозов серии ВЛ80^Р эксплуатируемых на Восточном полигоне. Из приведенной выше модели следует, что чем выше масса поезда, тем больше расход песка и эту зависимость можно описать линейным уравнением, полученным при коэффициенте корреляции близким единице.

Различие условий нагружения колесных пар не только по длине электровоза, но и по сторонам следует учитывать при разработке песочных систем электровозов. В настоящее время на всех электровозах Восточного полигона отсутствует возможность односторонней подачи песка под колесные пары электровоза.

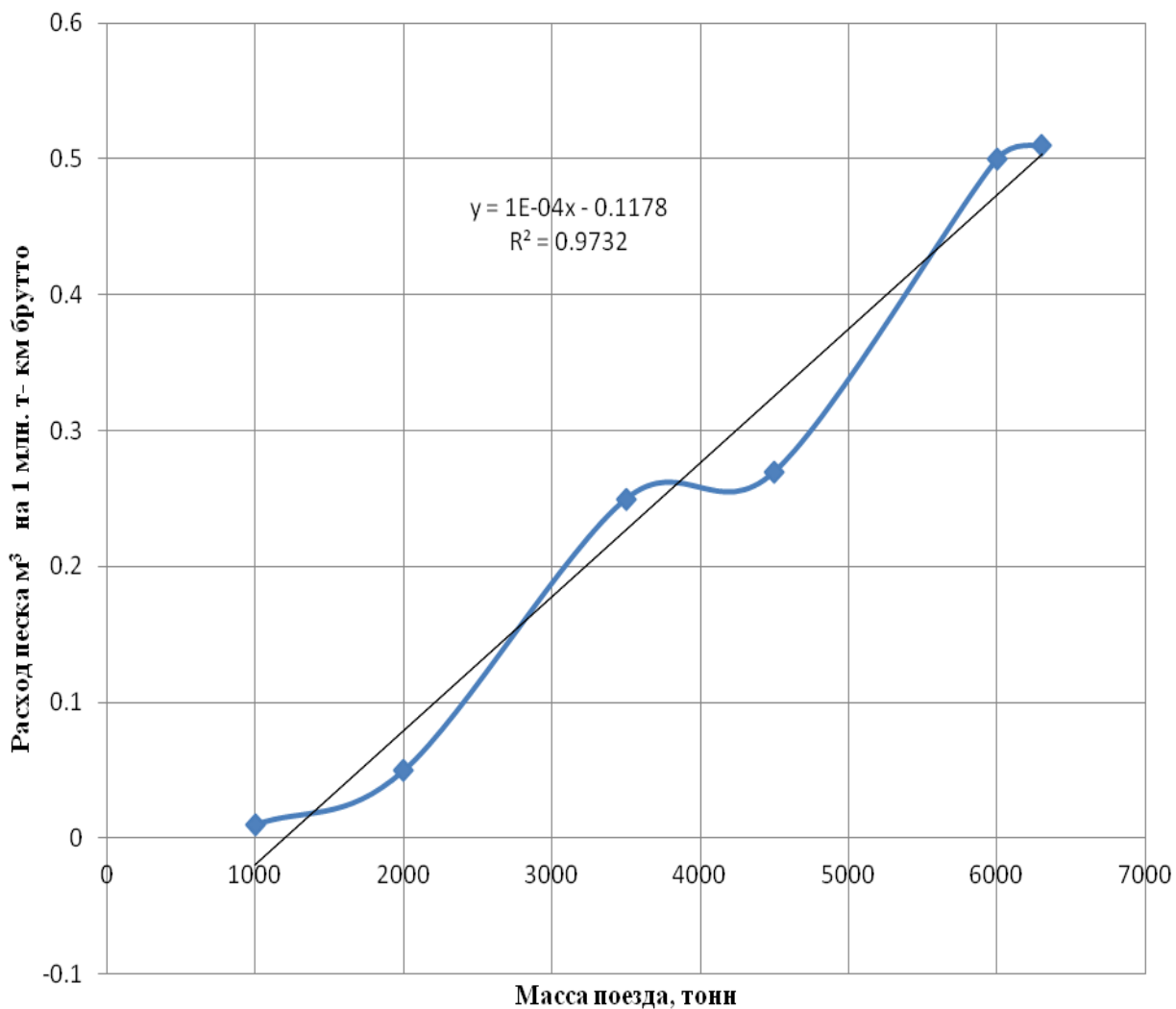


Рисунок 2 – Увеличение массы поезда как фактор роста расхода песка локомотивом

Односторонняя подача песка под колесные пары, представляется целесообразной ввиду большого количества кривых участков пути, а крепление песочной трубы к корпусу буксы позволит обеспечить более точное попадание песка в точку контакта колеса с рельсом.

В пути следования локомотивная бригада не имеет возможности прочистить форсунку песочницы в случае появления скопившихся масс песка, в подводном патрубке, соединяющем песочный бункер с форсункой песочницы. Форсунка песочницы опломбирована, и доступ в нее ограничен. Что не позволяет в пути следования локомотивной бригаде восстановить работоспособность штатной форсунки песочницы. Для решения указанной проблемы предлагается модернизировать форсунку песочницы путем установки в ее внутреннюю полость, в том числе подводной патрубков проволоки, имеющей форму спирали, как это показано на рисунке 3.

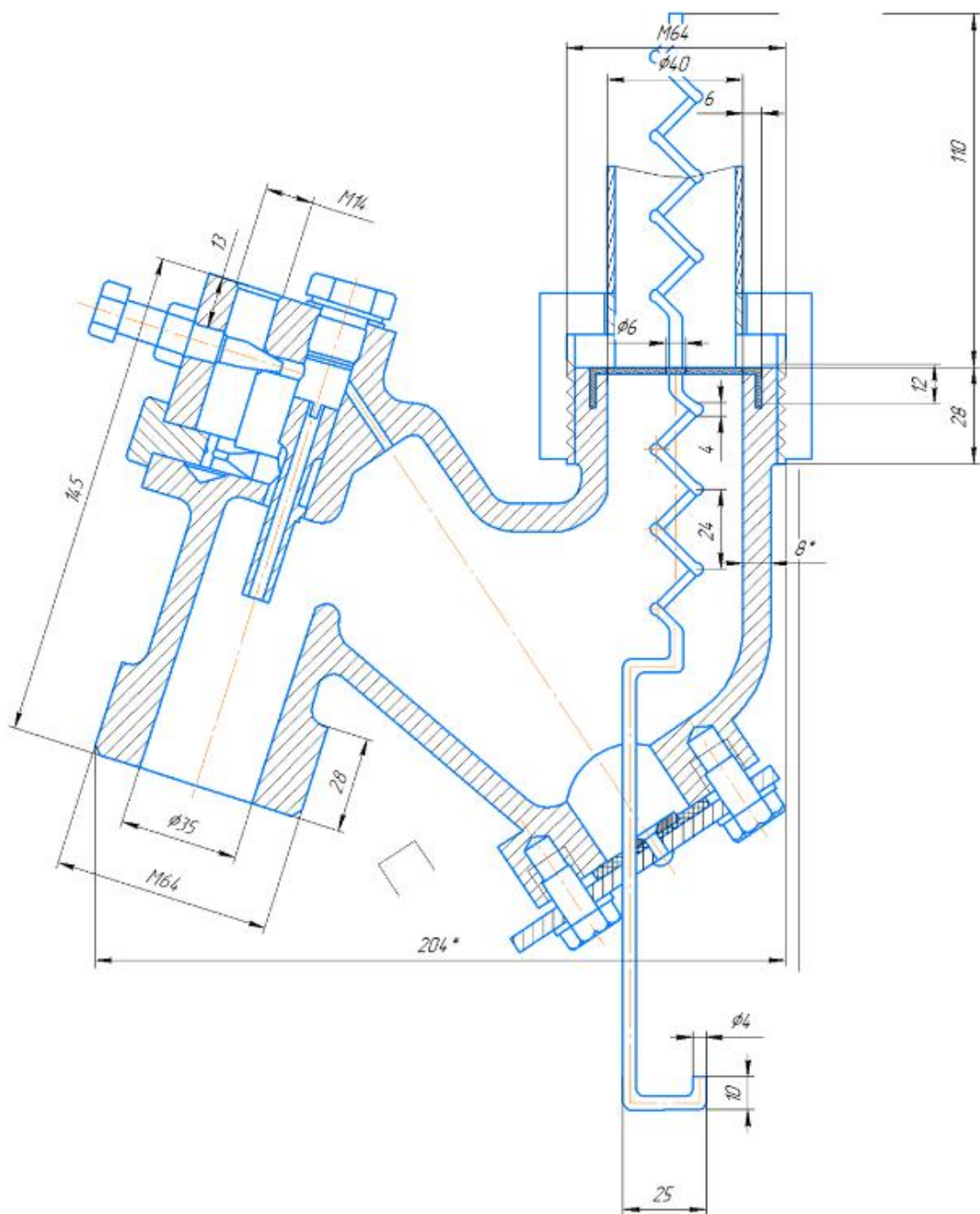


Рисунок 3 – Модернизированная форсунка песочницы

Разрушение скомкавшейся массы песка производится путем вращения проволоки, имеющей форму спирали. Конец проволоки выходит наружу корпуса форсунки через нижнюю крышку и отогнут для удобства создания крутящего момента с применением мускульной силы. Для увеличения вращающего момента можно использовать съемный вороток.

Список использованных источников

- 1 Коновалов, П. Ю. Расширение функциональных возможностей форсунки песочницы пневматической системы пескоподачи локомотивов / П. Ю.

Коновалов, Ю. П. Булавин, И. В. Волков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1(77). – С. 75-82.

2 Перспективы развития систем подачи песка электровозов / И. В. Волков, Ю. П. Булавин, И. В. Больших, П. Ю. Коновалов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4. – С. 25-29.

3 Булавин, Ю. П. Стендовые испытания модели модернизированной форсунки песочницы с эффектом виброоживления при непрерывной дозированной пескоподаче / Ю. П. Булавин, П. Ю. Коновалов, И. В. Волков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(82). – С. 25-31.

УДК 621.332.3

ГРНТИ 73.29.71

**ОСНОВЫ ПОЯВЛЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ
ГОЛОЛЕДНОИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРОВОДАХ КОНТАКТНОЙ СЕТИ**

Е.И. Банкерова

преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС КТЖТ, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрены негативные последствия, вызываемые появлением гололедных отложений на проводах и обосновано применение средств своевременного обнаружения этих отложений; перечислены существующие методы обнаружения гололедно-изморозевых отложений на проводах воздушных линий электропередач, приведены технические средства, основанные на рассмотренных методах. Проанализированы принципы их работы.

Ключевые слова: гололедно-изморозевые отложения, методы обнаружения, датчики, диагностирование.

Бесперебойность движения на электрифицированных дорогах напрямую зависит от надежности электроснабжения. Так как железная дорога является электрическим потребителем первой категории, перерывы в электроснабжении которых не допускаются. Исходя из этого, технические системы и средства должны иметь повышенный запас прочности и дублироваться. Однако при влиянии погодных условий возникает проблема обледенения контактной сети, дающая дополнительную негативную нагрузку на конструкции и может привести к неожиданным поломкам. Вследствие ухудшения качества токосъема, сопровождающегося отрывами токоприемника от контактного провода, возникает электрическая дуга с большим током, и из-за этого происходит

пережог проводов и повреждение дорогих графитовых токоприемников и их замену. На условия образования и изменения гололедных отложений большое влияние оказывают скорость и направление ветра. Образование гололедных отложений возможно при разнообразных типах осадков и при наличии температур ниже нуля. Условия, характерные для образования гололедно-изморозевых отложений. От окружающей температуры при этом зависит и продолжительность процессов образования, что имеет большое значение. Снижение температуры воздуха в процессе обледенения приводит к длительному нахождению льда, в результате чего при ветре возникает вибрация и пляска проводов, приводящие к обрыву. Гололедно-изморозевые образования появляются в большинстве случаев при температуре чуть ниже нуля градусов, из-за наличия мокрого снега. При постепенном понижении температуры на несколько градусов, отложения снега начинают кристаллизоваться. Если температура опускается ниже -10°C , то происходит дальнейшая кристаллизация и взаимные преобразования отложений. При этом, плотность появившихся отложений практически не меняется после того, как прошла их первичная кристаллизация. Кроме этого, на форму и некоторые физические параметры отложений влияет также и ветер. Около в трети % случаев, гололедные образования появляются при ветре от 2 до 4 м/с. Для зернистой изморози следует более порядочное распределение вероятности образования при скорости ветров в интервале от 1 до 8 м/с. Мокрый снег и кристаллическая изморозь чаще всего образуются при затишье (50–40 %), а сложные отложения, так же как и гололед, наиболее часто наблюдаются при скорости ветра от 2 до 4 м/с (34 %) [3].

Методы, с помощью которых производят обнаружение гололеда, делятся на несколько основных групп, которые основываются на том, что появление гололедных отложений на проводах влияет на определенные физические параметры.

Самым базовым и информативным остается оптический метод, основывающийся на непосредственном наблюдении и фиксировании внешнего вида проводов, либо на анализе преобразованного изображения. Инклинометрический метод позволяет регистрировать горизонтальные или вертикальные изменения в геометрическом положении проводов от их спокойного состояния. Локационный метод в основном основывается тех же принципах, что инклинометрический. Механический метод позволяет производить непосредственное обнаружение гололеда на проводах, с помощью технических средств, располагаемых на проводах. Магнитный метод дает информацию после анализа электромагнитного поля вокруг проводов и его изменения при наличии гололеда [1].

Механический способ устранения основан не непосредственном механическом воздействии рабочего механизма на гололед и его последующее разрушение. Электротермический способ основан на создании таких условий, при которых создается искусственное короткое замыкание и провода нагреваются за счет действия тока, что приводит к нагреву и расплавлению гололеда. Физикохимический способ заключается в использовании специальных составов, которые изменяют адгезионные свойства проводов и тем самым не позволяют гололедным отложениям иметь плотный контакт с поверхностью металла проводов и как следствие, гололедно-изморозевые отложения спадают с провода. Электромеханический способ имеет в своей основе принцип взаимодействия магнитных полей, которые раскачивают провода и в итоге происходит разрушение гололеда при столкновении проводов. Для того чтобы полностью решить существующую проблему гололеда на контактной сети, нужен такой способ устранения, который не будет оказывать негативного влияния на сам провод и конструкции контактной сети, а также не будет давать негативного влияния на обслуживающий персонал [3].

Учитывая выше перечисленные особенности, следует отметить, что для устранения гололедноизморозевых отложений на проводах контактной сети наиболее эффективным способом для обнаружения гололедно-изморозевых образования следует считать термодинамический, основанный на измерении температуры провода, веса проводов, скорости и направления ветра на участке гололедообразования.

Список использованных источников

1. Способ и устройство для борьбы с гололедом на проводах контактной сети / И.: пат. 2356148 С1 Росс. Федерация, МПК Н 02 G 7/16., № 000/09; заявл. 15.05.2021; опубл. 20.05.2022, бюл. № 14.
2. Горошков Ю.И., Бондарев Н.А. Контактная сеть. - М. Транспорт, 2022 - 400с. Способы устранения Механический Электротермический Физикохимический Электромеханический
3. Инструкция по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО "РЖД", а также его дочерних и зависимых обществах (утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 22 октября 2021 г. № 2243р).

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ СОКРАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК***Е. И. Банкерова****преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС КТЖТ, г.Красноярск.*

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема сокращения количества железнодорожных перевозок; описываются причины снижения перевозок; раскрываются способы решения данной проблемы; сравниваются с показателями предыдущего года и нынешнего времени; разбираются социально-экономические факторы, влияющие на качество обеспечения населения; анализируются негативные следствия массового снижения объемов железнодорожных перевозок в регионах; определены факторы, способствующие снизить транспортную доступность населения, а также снизить число экономически активных жителей регионов; определяются возможные риски стратегии по увеличению количества железнодорожных перевозок.

Ключевые слова. Железнодорожный транспорт, количество перевозок, грузооборот железнодорожного транспорта, стратегии РЖД.

Железная дорога является одним самых распространенных средств при транспортировке грузов в нашей стране, так как перевозят достаточно значимый объем грузов на больших расстояниях, другими транспортными средствами в России просто не удаётся совершать перевозки. Железнодорожная отрасль стала важным фактором для жизнеобеспечения многопрофильной экономики, а также реализации социально значимых услуг перевозки грузов и пассажиров. Ввиду современной политико-экономической ситуации, в стране с 2019 года началось снижение количества железнодорожных перевозок. Причинами этого являются:

1. Пандемия из-за коронавируса - она уже давно затронула все отрасли экономики, в результате чего отмечается и снижение объема грузоперевозок в сфере железнодорожного транспорта. В первую половину 2020 года было замечено замедление экономической активности, а также снижение цен на энергоресурсы. Это повлекло за собой снижение объемов грузоперевозок всеми видами транспорта.

2. Санкции - РЖД переходит на полную предоплату грузовых перевозок; РЖД проведут мероприятия по сокращению количества штата.

В связи с этим, ОАО «РЖД» совместно с Правительством России создали «Стратегию развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года». Целью данного проекта является создание условий экономического роста России, повышение не стационарности и адаптации грузоперевозок,

укрепление экономики оборонной безопасности страны, конкурентоспособности отечественной экономики, обеспечение ведущих позиций России по опережающему и новаторскому развитию железнодорожной транспортной отрасли, гармонично связанных с развитием иных отраслей и типов транспорта во всех регионах России.

Данная стратегия должна быть обеспечена в условиях снижения издержек транспорта. Усовершенствование действующих линий железной дороги и новые участки нужно проводить на основании расширения возможностей рынка железной дороги. Стратегия развития ж/д транспорта в 2030 году разработана в соответствии с следующим сценарием социально-экономической модернизации России:

– сценарий энергосырьевого развития России (далее - энергосырьевой сценарий, подразумевает общее модернизирование железнодорожного транспорта).

– сценарий инновационного развития (далее - инновационный сценарий, он направлен на достижение инновационного сценария развития Российской Федерации).

В этой связи были приняты два варианта развития железной дороги до 2030 г.: минимальная и максимальная. Варианты реализации Стратегии предназначены для решения задачи ликвидации инфраструктурных ограничений экономического роста. Она не включает в себя вариант сохранения недостатков инфраструктуры транспорта, потому как не соответствует целям продолжительного экономического развития государства.

Стартовым вариантом концепции является сценарий развития энергосырьевого сектора. В рамках этого варианта предусмотрено формирование необходимых пропускных способностей на главных направлениях движения грузопотоков в соответствии с потребностями экономики и населения в перевозках. Необходимо улучшить транспортное обеспечение новых экономических точек развития сооружением отдельных грузоподъемных и технологической линии.

Пиковым вариантом стратегии стала инновационная схема развития Российской Федерации. Особенностью развития инновационных прогнозов является перестройка структуры внутренней продукции валового производства в направлении производства высокотехнологичных изделий. Прогноз пассажиропотоков согласно данной стратегии: по минимальному варианту погрузка в 2030 году прогнозируется в объеме 1970 млн. тонн с ростом в 1,47 раза. Грузооборот прогнозируется в объеме 3050 млрд. тонно-км с ростом в 1,46 раза, пассажирооборот вырастет в 1,16 раза и превысит 202 млрд. пасс.-км. По максимальному варианту погрузка к 2030 году возрастет в 1,6 раза и достигнет

2150 млн. Тонн. Грузооборот в 2030 году возрастет по сравнению с 2007 годом в 1,58 раза и составит 3300 млрд. тонно-км, пассажирооборот - в 1,33 раза и превысит 231 млрд. пасс.-км [1].

Исходя из этой Стратегии будут приняты меры по:

1) реконструкции и строительству новых искусственных сооружений. (таких как: строительство вторых мостовых переходов через р. Волга на участках Ульяновск - Димитровград, Анисовка - Саратов и третьего мостового перехода на участке Кинель - Сызрань; строительство вторых мостовых переходов через реки Обь, Большой Салым, Демьянка для повышения пропускной способности грузообразующей линии Тобольск - Сургут; и многие другие);

2) расширению сети железных дорог (в соответствии с минимальным вариантом к 2030 году необходимо построить 16017 км новых железнодорожных линий);

3) развития скоростного железнодорожного движения (организация скоростного железнодорожного движения после реконструкции действующих линий между крупными региональными центрами скоростными поездами с максимальной скоростью до 160 - 200 км/ч; и многое другое);

4) обновлению железнодорожного подвижного состава [2].

Безусловно, это небезопасно и имеет огромное количество рисков, которые могут не только увеличить сроки реализации, но и обеспечат полный её срыв. Этими рисками могут являться: 1)нехватка средств в связи с опережающим ростом цен в отрасли экономики, поставляемой продукцией для ж/д транспорта; 2)недостаток мощности и невысокий уровень технического развития в отечественной машиностроении; 3)снижение конкуренции железнодорожных транспортов вследствие технологической отстраненности от других транспортных видов и от уровня мирового транспортного развития; 4)уменьшается экологическая безопасность железнодорожных транспортов в связи с возникновением техногенных повреждений на промышленных участках железнодорожных транспортов.

Но все эти риски минимальны по сравнению с положительными сторонами стратегии. Ведь в силу реализации концепции будут приняты меры по решению государственных задач относительно железнодорожного транспорта, таких как: создание инфраструктурных оснований, гарантирующих территориальную целостность и обороноспособность страны. Формирование условий для ускорения роста экономики России. Предполагается существенное улучшение безопасности, экологии и экономности железнодорожных транспортных средств и обеспечение бесперебойного движения.

Таким образом, в результате реализации стратегии будут созданы транспортные условия для обеспечения решения проблемы снижения

железнодорожных перевозок, роста внутреннего валового продукта в 4,5 раза и промышленного производства в 3,3 раза, а также для того, чтобы оптимизировать структуру экономики, освоить её новые промышленные районы.

Библиографический список

1. Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и текущий ремонт грузовых вагонов. Москва: Желдориздат, Трансинфо, 2022. С. 416.

2. Туранов Ш.Х., Желдак К.В. Перспектива перевозок в ближайшем будущем // Труды VIII Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике. Пермь: ИМСС УрО РАН, 2021. С. 257-258.

3. Красноярский институт железнодорожного транспорта // Иркутский государственный университет путей сообщения [сайт] URL: <https://www.irgups.ru/krizht> (дата обращения 16.10.2022)

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.41

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА

Т.В. Волчек

ассистент кафедры «Эксплуатация железных дорог», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Эффективность деятельности любой компании, в том числе и ОАО «РЖД» во многом зависит от производительности труда. В статье представлен расчет производительности труда локомотивных бригад в грузовом движении с учетом качества их работы на примере показателей эксплуатационного депо ТЧЭ-1. Проведена оценка влияния уровня подготовки локомотивных бригад на производительность труда.

Ключевые слова: эксплуатационное локомотивное депо, локомотивные бригады, производительность труда, внеплановые ремонты, тренажерные комплексы.

В настоящее время компанией ОАО «РЖД» ведется обновление тягового подвижного состава. В 2021 году на его обновление было направлено свыше 92,2 млрд руб. Наибольшее количество из новых машин составил электровоз серии «Ермак». Известно, что к 2024 году планируется вывод из эксплуатации электровозов серии ВЛ80р. В связи с этим локомотивные бригады переходят на новейшие электровозы, знаниями которых не обладают в полной мере, в

следствии чего вождение поезда ведется не рационально, что приводит к повышенному расходу электроэнергии, в пути следования по вине локомотивных бригад происходят выходы из строя оборудования электровоза, что приводит к снижению одного из главных показателей для любой компании – производительность труда работников.

Эффективность деятельности компании ОАО «РЖД» также во многом зависит от производительности труда [1]. В связи с этим одной из задач Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года, утвержденной Правительством РФ от 19.03.2019 г. № 466-р является ее повышение [2].

На основе статистических данных эксплуатационного локомотивного депо ТЧЭ-1 рассчитана производительность труда локомотивных бригад в грузовом движении с учетом качества их работы, которая определяется по формуле (1) [3]

$$P_{бр.}^{гр.} = \frac{\sum Pl_{бр.}^{гр.}}{Ч_{гр.} + \frac{\sum t_{св.}}{T}} \cdot \frac{V_{т.}^{\phi.}}{V_{т.}^{пл.}} \delta_{гр}, \quad (1)$$

где $\sum Pl_{бр.}^{гр.}$ – количество т·км брутто в грузовом движении, 4105 млн. т·км брутто;

$Ч_{гр.}$ – численность работников локомотивных бригад в грузовом движении, 744 чел.;

$\sum t_{св.}$ – сверхурочные часы работы работников локомотивных бригад в грузовом движении, 58910 ч;

T – норма рабочего времени, 1972 ч;

$V_{т.}^{\phi.}$, $V_{т.}^{пл.}$ – техническая скорость фактическая и по плану, $V_{т.}^{\phi.} = 49,2$ км/ч, $V_{т.}^{пл.} = 47,6$ км/ч;

$\delta_{гр}$ – коэффициент, учитывающий качество ухода бригад грузового движения за локомотивом, который определяется по формуле (2) [3]

$$\delta_{гр} = \frac{\sum N_{зах.}^{пл.}}{\sum МПР_{бр.} + \sum N_{зах.}^{пл.}}, \quad (2)$$

где $\sum N_{зах.}^{пл.}$ – число заходов локомотивов приписки к ТЧЭ-1 на неплановые ремонты, 3737 ремонтов;

$\sum МПР_{бр.}$ – число заходов локомотивов на неплановые ремонты, допущенные по вине локомотивных бригад грузового движения.

Согласно статистическим данным рисунка 1 видим, что 19 % от общего числа неплановых ремонтов электровозов приписки Боготол ТЧЭ-1 произошло по вине ОАО «РЖД».

Секция «Эксплуатация железных дорог»

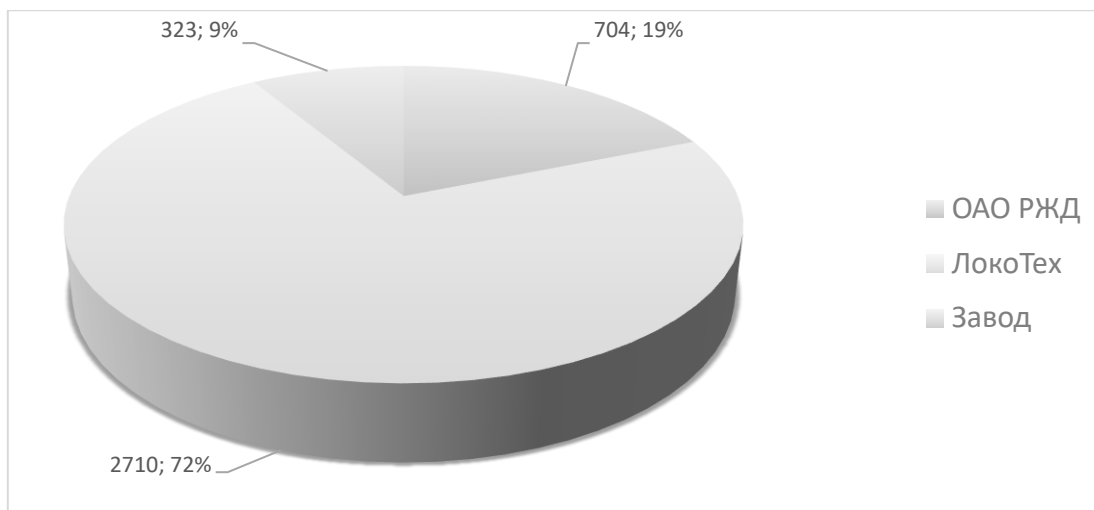


Рисунок 1 – Распределение проведенных unplanned ремонтов электровозов приписки ТЧЭ-1 между групп компаний по отношению виновности

В свою очередь, виновность ОАО «РЖД» заключается в низком качестве проведения ТО-1, неправильном действии локомотивных бригад, нарушении режима введения поезда, перепробеге, действии дежурного по депо и прочее.

Число заходов локомотивов на unplanned ремонты, допущенные по вине локомотивных бригад будет складываться из низкого качества проведения ТО-1, действий локомотивных бригад, нарушении режима введения поезда, что составит 86 % от общего количества unplanned ремонтов по виновности ОАО «РЖД», рисунок 2.

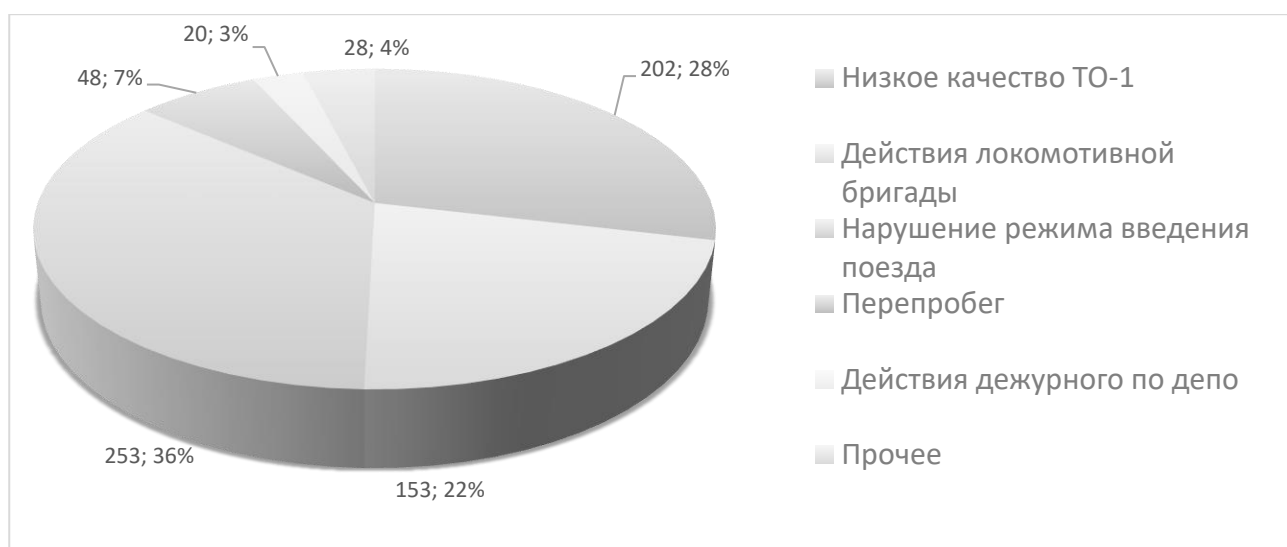


Рисунок 2 – Распределение проведенных unplanned ремонтов электровозов приписки ТЧЭ-1 по вине ОАО «РЖД»

Таким образом, число заходов локомотивов на unplanned ремонты, допущенные по вине локомотивных бригад определяются по формуле (3)

$$\sum \text{МПР}_{\text{бр}} = \text{M}_{\text{нр}} \cdot 19 \% \cdot 86 \%. \quad (3)$$

Подставив численные значения в формулу (3), получим $\sum \text{МПР}_{\text{бр}} = 3737 \cdot 0,19 \cdot 0,86 = 611$ внеплановых ремонтов по вине локомотивных бригад.

Подставив численные значения в формулу (2) получим коэффициент, учитывающий качество ухода бригад грузового движения за локомотивом

$$\delta_{\text{гр}} = \frac{3737}{611+3737} = 0,86.$$

Подставив численные значения в формулу (1) найдем производительность труда работников локомотивных бригад в грузовом движении с учетом качества их работы $\Pi_{\text{бр.}}^{\text{гр.}} = \frac{4105}{744+\frac{58910}{1972}} \cdot \frac{49,2}{47,6} \cdot 0,86 = 4,72$ млн.т.км.брутто на одного работника локомотивной бригады.

Одним из способов повышения производительности труда работников локомотивных бригад является снижение заходов локомотивов на внеплановые ремонты по их вине. Для этого необходимо повысить уровень их подготовки, что позволит более качественно проводить ТО-1, не нарушать режимы ведения поезда, а также не совершать действия в пути следования, которые могут привести к выходу из строя оборудования электровоза.

Одним из приоритетных направлений ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» является изготовление и поставка на сеть железных дорог России локомотивных тренажеров машиниста, чтобы локомотивные бригады могли обучаться, практиковаться в вождении поездов, обучаться рациональным способам вождения поезда, действиям в нестандартных и аварийных ситуациях, управлению автоматическими тормозами, работе с современными локомотивными системами управления и безопасности, а также изучать электрические и пневматические схемы [4]. Предположим, занятия на современном тренажере электровоза серии «Ермак» для локомотивных бригад ТЧЭ-1 позволят повысить уровень их подготовки, что позволит снизить число заходов локомотивов на внеплановые ремонты, допущенные по вине локомотивных бригад в среднем на 20 %.

Таким образом, число заходов локомотивов на внеплановые ремонты, допущенных по вине локомотивных бригад составит

$$\sum \text{МПР}_{\text{бр после}} = 611 - (611 \times 0,20) = 489 \text{ внеплановых ремонта.}$$

Подставив численные значения в формулу (2) получим коэффициент, учитывающий качество ухода бригад грузового движения за локомотивом после снижения числа внеплановых ремонтов на 20 %

$$\delta_{\text{гр после}} = \frac{3737}{489 + 3737} = 0,88.$$

Подставив численные значения в формулу (1) найдем производительность труда работников локомотивных бригад в грузовом движении с учетом качества их работы после повышения уровня их подготовки

$$P_{\text{бр.}}^{\text{гр.}} = \frac{4105}{744 + \frac{58910}{1972}} \times \frac{49,2}{47,6} \times 0,88 = 4,82 \text{ млн.т.км.брутто на одного работника}$$

локомотивной бригады.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что необходимо оснащать локомотивные эксплуатационные депо современным тренажерным оборудованием, так как от уровня подготовки локомотивных бригад зависит один из важных показателей ОАО «РЖД» производительность труда. Расчет показал, что при снижении на 20 % неплановых ремонтов локомотивов по причине некачественной подготовки локомотивных бригад производительность труда повысится на 2,1 % (с 4,72 до 4,82 млн.т.км.брутто на одного работника). При этом стоимость 10 т.км.брутто составляет 1,13 руб., тогда годовой экономический эффект составит 8407200 руб.

Список использованных источников

1. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года. М. : ОАО «РЖД», 2018, 93 с.
2. Никитин В. Резервы роста: [ответы начальника Департамента по организации, оплате и мотивации труда ОАО «РЖД»]/ Владимир Никитин : [записала М. Абдримова] // Журнал руководителей компаний транспортной системы. – 2021 г. – № 5. – С. 22.
3. Обухова О.В. Анализ производительности труда работников локомотивных бригад.: дис. канд. тех. наук : Москва, 2007.
4. Гольберг В.В. Применение виртуальных тренажеров в системах подготовки машинистов // Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте : материалы III Международной студенческой конференции / Филиал РГУПС, Воронеж, 2021. С.41-42.

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.41

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ ЗЭС5К С ПООСНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ

Т.В. Волчек

ассистент кафедры «Эксплуатация железных дорог», КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. На сегодняшний день самым современным и мощным электровозом переменного тока для грузового движения является электровоз серии «Ермак» с поосным регулированием напряжения на тяговых электродвигателях и независимым возбуждением. Данные электровозы столкнулись с проблемой перегрева обмоток тяговых электродвигателей на участках с тяжелым профилем, что приводит к их простоям. В статье рассмотрен принцип измерения температуры обмоток тяговых электродвигателей современных электровозов, представлены его недостатки. Предлагается измерять температуру обмоток тяговых электродвигателей с помощью установленных на его остов температурных датчиков, что позволит повысить точность измерения.

Ключевые слова: электровоз переменного тока, поосное регулирование, тяговый электродвигатель, перегрев, МСУД.

В настоящее время одной из главных задач ОАО «РЖД» является обновление тягового подвижного состава на Восточном полигоне. На сегодняшний день самым современным и мощным электровозом переменного тока для грузового движения является электровоз серии «Ермак» с поосным регулированием (ПоР) напряжения на тяговых электродвигателях (ТЭД) и независимым возбуждением, который способен работать на участках со сложным рельефом, повышенной весовой нормой, что обеспечивает повышение производительности локомотива [1-2]. В настоящее время данные электровозы эксплуатируются на Дальневосточной, Восточно-Сибирской, Забайкальской и Красноярской железных дорогах и от общего числа эксплуатируемых электровозов серии «Ермак» составляют 18 %, рисунок 1.

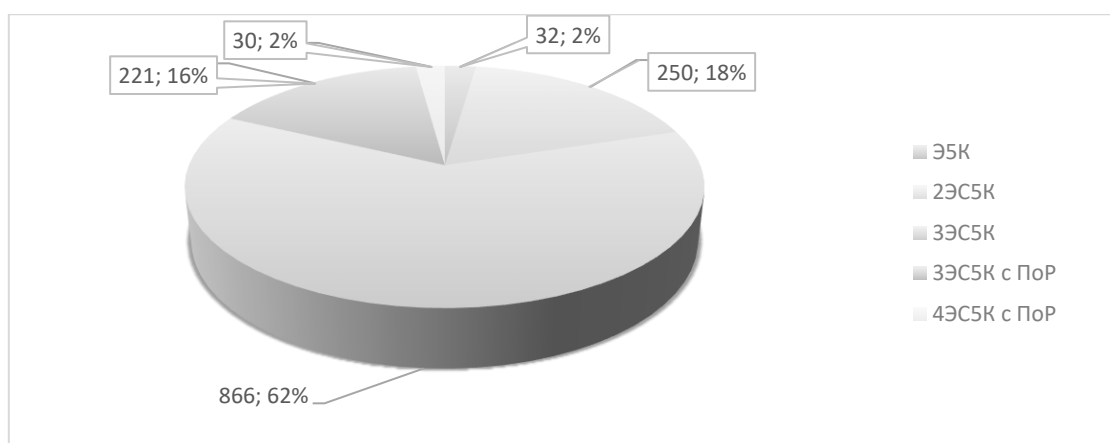


Рисунок 1 – Количество электровозов серии «Ермак», эксплуатируемых в настоящее время

Основные преимущества нового локомотива:

- максимального коэффициента тяги электровоза за счет оптимального распределения тяговых нагрузок между тяговыми осями;

Секция «Эксплуатация железных дорог»

- позволяет реализовать максимальный коэффициент сцепления каждой тяговой оси за счет наличия эффективной системы противобоксочной защиты, что уменьшит износ бандажей колесных пар;
- практически 100-процентное управление низковольтными цепями позволяет выполнять расширенную диагностику оборудования;
- применение системы поосного регулирования силы тяги и независимого возбуждения ТЭД в режиме тяги на интервале 0 – 50 км/ч;
- нагрузка на ось 245 ± 5 кН [1-3].

На рисунке 2 представлена статистика отказов оборудования электровозов переменного тока серии «Ермак» с поосным регулированием за 2019-2021 года. Из анализа которой видно, что наибольшее количество отказов в данных электровозах приходится на электрооборудование и тяговые электрические машины (около 20 %). Одной из причин отказов ТЭД является перегрев обмоток ТЭД, что приводит к пробое изоляции.

Согласно справки № 313 ОАО «РЖД» по учету и распределению отказов с локомотивами с поосным регулированием силы тяги за 2021 год в следствии выхода из строя их оборудования задержано 1026 поездов, что составило 1091 поездо-час.

За 2021 год произошло 48 остановок электровозов серии 3ЭС5К с поосным регулированием по вине перегрева ТЭД, что привело к задержке 288 поездов, что составило 156 поездо-часов.

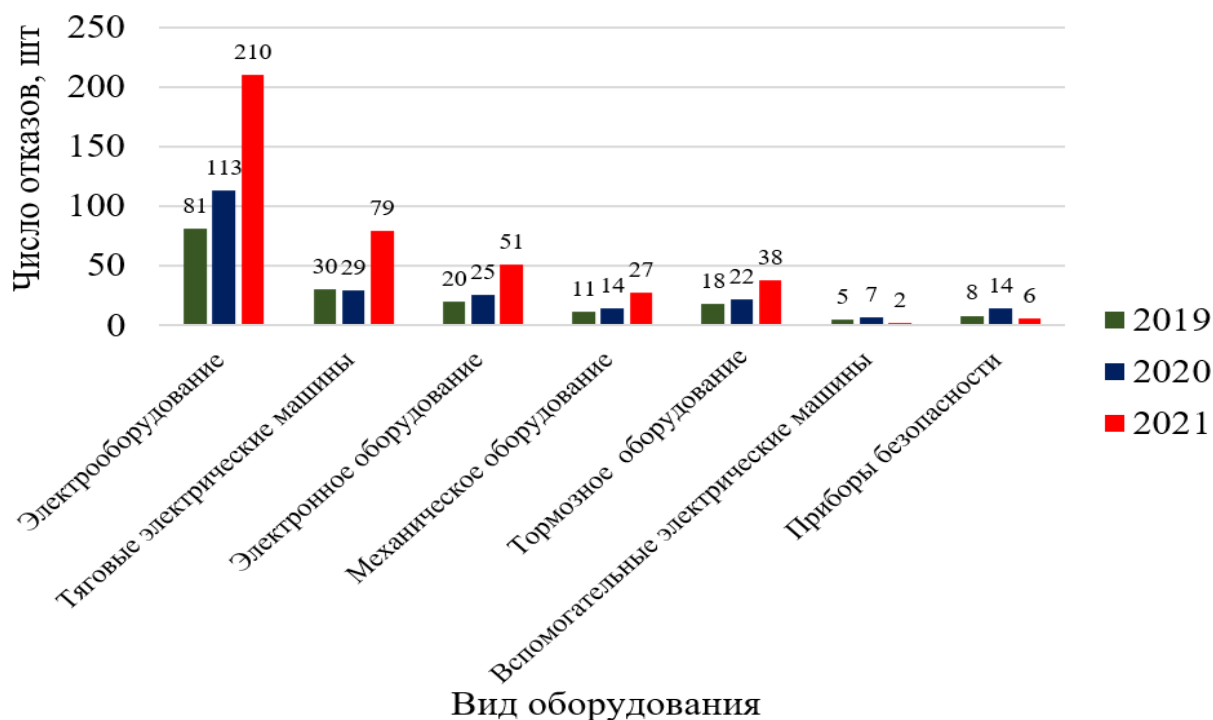


Рисунок 2 – Статистика отказов по оборудованию электровозов серии «Ермак» с поосным регулированием

Секция «Эксплуатация железных дорог»

На участке Тайшет – Иркутск Восточно-Сибирской железной дороги с 15 по 21 января 2019 г. на электровозах серии «Ермак» с ПоР были проведены испытания с грузовыми поездами массой 7100 т на Восточном полигоне. При формировании тяжеловесных грузовых поездов весом 7100 столкнулись с проблемой перегрева обмоток ТЭД.

Анализируя расшифровку файла регистрации данных МСУД-015 по итогам испытаний было зафиксировано несоответствие температуры сглаживающего реактора, рассчитываемого ПО МСУД-015 и фактически полученными прямыми замерами термопарой.

Для устранения данного недостатка было откорректировано ПО МСУД-015 в части увеличения порога срабатывания защиты по нагреву неподвижных частей ТЭД (до 155 °С) и сглаживающего реактора (с 135 до 165 °С), с последующей установкой откорректированного программного обеспечения на все электровозы 3,4ЭС5К с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением ТЭД [4].

Несмотря на то, что предельная температура в МСУД-015 по нагреву ТЭД была повышена до 155 °С все же локомотивные бригады при вождении данных электровозов на сложных участках сталкиваются с ложным срабатыванием МСУД-015, что приводит к простоя подвижного состава, а, следовательно, к уменьшению пропускной способности железных дорог.

На рисунке 3 представлен файл расшифровки кассеты МСУД-015 на участке Камышет-Ук.

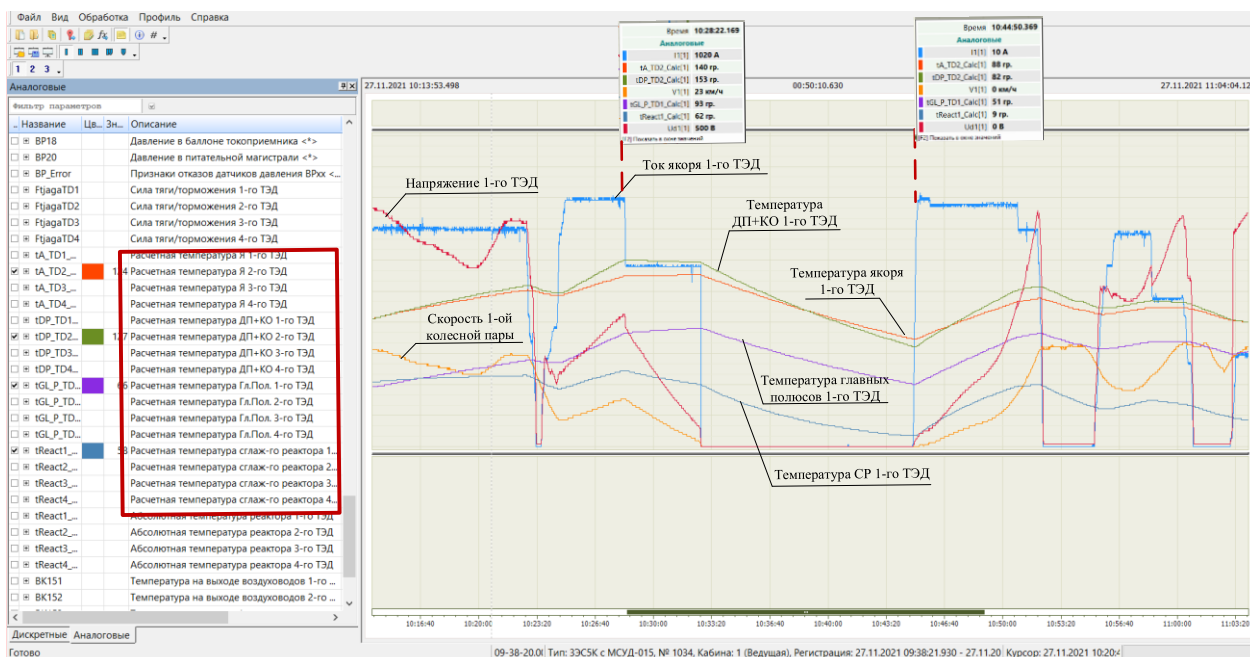


Рисунок 3 – Расшифровка кассеты МСУД-015 электровоза переменного тока серии 3ЭС5К с ПоР на участке Камышет-Ук

На рисунке 3 представлены кривые скорости первой колесной пары, тока якоря, напряжения первого ТЭД, расчетная температура якоря, главных полюсов (ГП), дополнительных полюсов с компенсационной обмоткой (ДП+КО), сглаживающего реактора (СР).

В 10:28:22 температура ДП+КО достигла 153 °С, якоря – 140 °С, ГП – 93 °С, СР – 62 °С при токе якоря 1020 А, напряжении 500 В и скорости 23 км/ч. Увеличение температуры ДП+КО до 153 °С вызвало отключение ТЭД, что привело к простоя подвижного состава 12 минут. За это время температура ДП+КО снизилась до 82 °С, якоря до 88 °С, ГП до 51 °С, СР до 9 °С.

Как видим по рисунку 3 температура в МСУД определяется расчетным путем. В настоящее время наличие высокопроизводительных вычислительных средств и доступной информации с борта локомотивов, оборудованных МСУ, позволяет расчетным способом осуществлять непрерывный контроль температуры обмоток ТЭД локомотива в пути следования. Контроль осуществляется без увеличения количества аппаратных средств, на основе информации с датчиков МСУ о токе якоря, данных о температуре окружающего воздуха и количества воздуха, подаваемого на охлаждение ТЭД.

В свою очередь, расчетный метод определения температуры не учитывает многие факторы, например, изменение мощности и тока ТЭД, вызывающих различную интенсивность нагревания деталей, взаимное влияние нагрева одних частей двигателя на другие, условия вентиляции и т. д., в связи с чем фактическая температура может быть совсем иной [5].

В связи с тем, что современные электровозы с поосным регулированием 3ЭС5К столкнулись с проблемой перегрева ТЭД на участках с тяжелым профилем, может оказаться, что именно погрешность определения температуры аналитическим способом в МСУД не дает электровозу преодолеть определенный подъем, так как происходит отключение ТЭД. В связи с этим решить данную проблему возможно с помощью определения температуры нагрева обмоток ТЭД с помощью датчика температуры, установленного на остов ТЭД. Изучив достоинства и недостатки существующих датчиков измерения температуры предлагается использовать оптоволоконный стационарный инфракрасный пирометр «Термоскоп-600-2С», разработанный для использования в тяжелых условиях производства (высокая температура, запыленность, магнитные поля).

Из расшифровки данных МСУД видно, что наибольший нагрев наблюдается в обмотке дополнительных полюсов и якоре ТЭД, поэтому необходимо установить два пирометра, определяющих их температуру.

Таким образом, предлагаемое решение позволит более точно определять температуру нагрева обмоток ТЭД, что позволит снизить простои электровозов по вине перегрева.

Список использованных источников

1. Задорожный В.Л. Особенности электровозов серии «Ермак» с поосным регулированием силы тяги // Локомотив. 2019. № 10. С. 11-16.
2. Семье «Ермаков» исполнилось 15 лет // Локомотив. 2019. № 9. С. 25.
3. Руководство по эксплуатации: Электровоз магистральный 2ЭС5К(3ЭС5К,4ЭС5К), книга 3, Новочеркасск, 2004 г.
4. Слепцов М. А., Васильев И. П., Старовойтов С. А., Мартынюк И. Ю. Оптимизация алгоритмов системы управления электровозов 3ЭС5К с поосным регулированием силы тяги // Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб.: ПГУПС, 2020. Т. 17. Вып. 3. С. 366–377.
5. Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н. Теория электрической тяги: учебник для вузов ж.-д. трансп. / 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1993. 328 с.

УДК 377

ГРНТИ 14.33.09

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК НА
УЧАСТКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЯХ**

А.Н. Илларионова

преподаватель, ПФ ПГУПС, г. Петрозаводск

***Аннотация.** Железнодорожная сеть РФ, в настоящее время работает в интенсивном режиме, что позволяет обеспечивать перевозки разных по объему и назначению грузов, а также выполняет важнейшую для страны задачу доставку потребителям продукты питания, сырье, комплектующие, предметы первой необходимости и т.д. Одним из способов перевозки массовых грузов является маршрутизация поездопотока, при наличии грузов в незначительных объемах применяют повагонные отправки. Но в обоих случаях может возникать необходимость в расформировании, переформировании и формировании составов поездов, а также формировании подач в адрес предприятий – получателей грузов или стыковых пунктов, где осуществляется передача груза с одного вида транспорта на другой. Расформирование составов является важнейшим элементом в сокращении времени переработки составов на станциях, для минимизации данного процесса используют сортировочные горки различной мощности. Сортировочная горка – специальное устройство, где расформирование составов происходит, благодаря скатыванию вагонов или*

групп вагонов под действием силы тяжести и стартового импульса (толчка) от горочного локомотива.

В настоящее время на сети российских железных дорог 229 горочных станций оборудованы горками малой мощности, средней мощности, большой мощности и повышенной мощности. На участковых и грузовых станциях, для расформирования вагонов используются горки малой мощности, которые составляют 62% и горки средней мощности составляющие 29 % от всех используемых сортировочных устройств на сети. В данной статье выполнены исследования и произведено сравнение сортировочных горок малой мощности, расположенными на участковых станциях, когда в подгорочных горловинах используются стрелочные переводы разных марок.

Ключевые слова: сортировочные горки, марки крестовины, участковые станции, грузовые станции.

Для расформирования и формирования участковых, сборных и передаточных поездов и подборки местных вагонов по пунктам выгрузки предусматриваются сортировочные устройства, которые включают сортировочные парки, горки, вытяжные пути и стрелочные горловины на уклонах. Сортировочные устройства могут быть основные и вспомогательные, а также горочные, на которых сортировка происходит с использованием силы тяжести вагонов и безгорочные, где используется сила тяги локомотивов и сила тяжести вагонов, и на горизонтальных площадках, где используется только сила тяги локомотива.

Для выполнения функций основного сортировочного устройства проектируются горки повышенной, большой, средней и малой мощности с сортировочными парками. Для вспомогательных устройств проектируются горки средней и малой мощности, и негорочные устройства вместе с сортировочными парками.

Сортировочные устройства проектируются как единая комплексная технологическая система. Тип и мощность основных и вспомогательных сортировочных устройств устанавливается на основе технико-экономических расчетов, в зависимости от размеров и структуры перерабатываемых вагонопотоков. Расчетные прогнозные размеры вагонопотоков определяются для сортировочных станций на 10-й год эксплуатации, а для остальных станций на 5-й год эксплуатации.

Оснащенность сортировочных горок, соответствующая современным требованиям, важное условие их качественного функционирования, которое направлено на сокращение простоев вагонов на станциях и своевременную доставку грузов клиентам. Современные горочные механизмы должны отвечать

новым эксплуатационно-техническим требованиям, в первую очередь, по надежности, экономичности, металлоемкости, быстродействию и трудозатратам на обслуживание.

Однако в настоящее время, все же большинство участковых и грузовых станций применяют безгорочную технологию расформирования составов. На данном типе станций, в основном, сооружают горки малой и средней мощности.

Особенности технологических задач, решаемых с использованием горок малой мощности на участковых станциях определяют дополнительные требования к техническому оснащению и структуре путевого развития этих сортировочных устройств, в том числе к общей конфигурации горочной горловины (асимметричной, симметричной), количеству и схеме включения в нее путей, укладываемых в обход горба горки для отправления с сортировочных путей организованных поездов или подач в направлении, обратном направлению сортировки, и для выполнения маневровых передвижений, связанных с группировкой вагонов в составах поездов и подач.

Горочная технология требует комплексной механизации процесса сортировки вагонов. Поэтому горки малой мощности следует оборудовать средствами механизации торможения вагонов и электрической централизацией стрелок или горочной автоматической централизацией. При этом механизации операций перевода стрелок и торможения вагонов на горке малой мощности эксплуатируемой станции должно, как правило, предшествовать переустройство горловины сортировочного парка и замена стрелочных переводов с крестовинами марки 1/9 на 1/6.

Путевое развитие сортировочных горок малой мощности должно отвечать требованиям компактного расположения стрелочных переводов и пучкообразного построения горочной горловины для уменьшения ее длины. Это обеспечивает более высокую перерабатывающую способность, позволяет уменьшить высоту горки, а также суммарную мощность тормозных средств и объем механической работы при торможении сортируемых вагонов по сравнению с иными типами горочных горловин. Наиболее целесообразно устраивать горочную горловину с применением симметричных стрелочных переводов с крестовинами марки 1/6.

Горки малой мощности (ГММ) проектируются с учетом структуры вагонотока и трудоемкости маневровых операций для переработки от 250 до 1500 вагонов в среднем в сутки при числе путей в сортировочном парке от 4 до 16 (включительно). Они проектируются, как правило, с одним путем надвига и одним спускным путем. Для тяжелых климатических условий, а также в случае использования ГММ для формирования групп составов групповых поездов и подач вагонов допускается устройство двух путей надвига и двух горбов. В этом

случае вершины горки могут располагаться на разных отметках, особенно на станциях с сильными ветрами и при переработке вагонопотока со значительным (более 30 %) содержанием порожних и легковесных вагонов.

Сортировочные горки малой мощности, имеющие 12 – 16 путей, сооружаемые на станциях с сильными ветрами, в зависимости от объема и характера работы могут оборудоваться двумя тормозными позициями на спускной части, а также одной парковой тормозной позицией. В остальных случаях ГММ следует оборудовать вагонными замедлителями, устанавливаемыми, как правило, на одной (пучковой) тормозной позиции спускной части и одной парковой тормозной позиции.

На ГММ с 4 – 6 путями, проектируемых на небольшой объем переработки (до 600 вагонов в среднем в сутки), на станциях, расположенных в регионах с благоприятными климатическими условиями, допускается устраивать только одну механизированную тормозную позицию (на подгорочных путях), оборудованную замедлителями.[1] При этом горочная горловина должна обязательно проектироваться короткой, компактной и укладываться из стрелочных переводов с крестовинами марки 1/6.

Поступление в вагонный парк многоосных и специальных (рефрижераторных и др.) вагонов высокой стоимости для перевозки ценных грузов требует повышения эффективности торможения и точности выполнения заданного режима скорости скатывания вагонов. Это сужает сферу возможного применения башмачного торможения и систем башмаконакладывателей разных систем.

В отдельных случаях на ГММ допускается организация немеханизированной парковой тормозной позиции, на которой торможение отцепов осуществляется тормозными башмаками.

На ГММ в целях повышения их маневренности может устраиваться несколько выходов с отдельных пучков подгорочных путей в обход горба, с разных сторон или по одну его сторону. При этом горка с числом путей 8 и менее должна, как правило, иметь обход горба со всех подгорочных путей с примыканием его к горочной горловине до первой разделительной стрелки или с устройством перекрестных съездов.

На участковых и грузовых станциях план и профиль горки малой мощности должны обеспечивать возможность отправления поездов в обход горба горки с части сортировочных путей (крайнего пучка) в сторону, противоположную направлению сортировки.[2]

Горка малой мощности оборудуются вагонными замедлителями, ГАЦ и устройствами очистки стрелок от снега.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

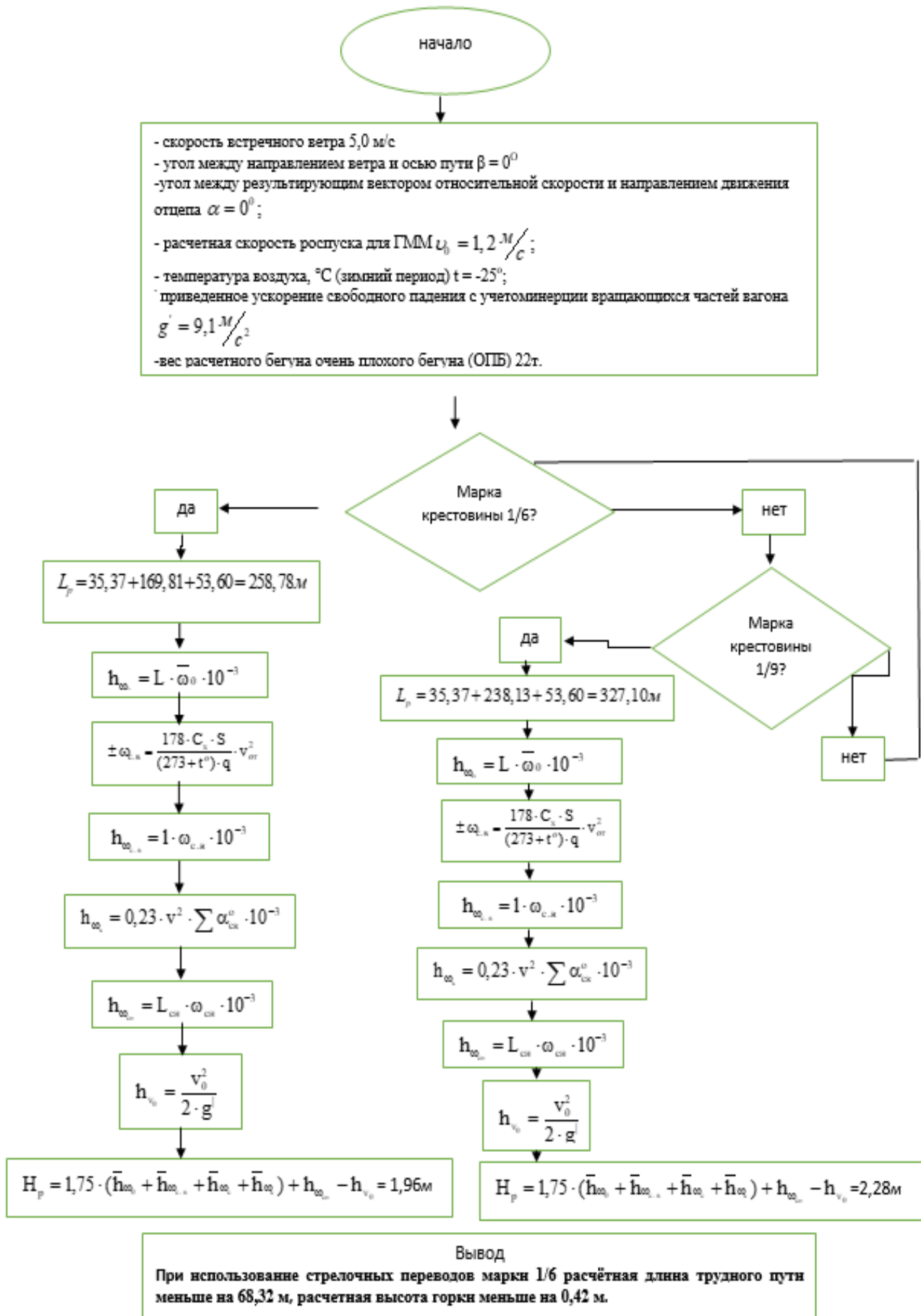


Схема 1 - фрагмент алгоритма расчета высоты сортировочной горки малой мощности для безгорочных участковых станций

Правильность построения плана сортировочной горки существенно влияет на производительность и безопасность её работы.

Основными элементами сортировочной горки являются: подвижная часть, перевальная часть (горб горки), спускная часть и подгорочный (сортировочный) парк.

Подвижная часть горки предназначена для подачи вагонов к вершине горки. Путь надвига имеет длину, как правило, 200 – 600 м, включая горловину парка приёма [3].

В данной статье предлагается рассмотреть переход от безгорочной станции к горочной на участковой станции и запроектировать сортировочную горку малой мощности в двух вариантах. Принципиальной особенностью первого варианта является применение стрелочных переводов марки 1/6 при рельсах Р65, что позволит сократить горочную горловину сортировочного парка. Вторым вариантом как альтернативный будет запроектирован с использованием стрелочных переводов марки 1/9 при рельсах Р65. Остальные проектные решения будут общими для двух вариантов, а именно устройство кривых сразу за хвостом крестовины; применением радиусов кривых 200 м с допустимым уменьшением их за крестовинами последних переводов до 180 м (в обоснованных случаях); укладкой минимально допустимых вставок между смежными стрелочными переводами.

Такие преимущества дают право предположить, что марка крестовины 1/6 потребует меньшие капитальные затраты на обустройство горки малой мощности на рассматриваемой участковой станции. Окончательное решение можно принять после проведения экономического сравнения капитальных и эксплуатационных затрат на обустройство сортировочных горок малой мощности по рассматриваемым вариантам.

Список использованных источников

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/1885617.html>

2. Проектирование участковых станций: учебное пособие / Ю.И. Ефименко, С.И. Логинов, Л.А. Олейникова, М.В. Губарь, В.В. Костенко, В.В. Васильев - СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. - 58с.;

3. Проектирование сортировочных горок. Дополнительные разделы: учебное пособие/ В.Е. Павлов, М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко. – Ленинград: ЛИИЖТ, 1987 – 96с.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ, ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

М.А. Мережникова

преподаватель, филиал СамГУПС в г.Ртищево

***Аннотация.** Современные инновационные методы и технологии управления производственными процессами железнодорожного транспорта направлены на развитие предиктивного подхода к содержанию технических средств и объектов, что влияет на повышение надежности и безопасности транспорта, снижает простой подвижного состава, повышает эксплуатационную готовность, продлевает срок службы железнодорожных активов, сокращает расходы на ремонт за счет его оптимизации. В статье рассмотрены инструменты предиктивной аналитики, цифрового моделирования, использования «смешанной реальности» в управлении транспортом.*

***Ключевые слова:** цифровизация, инновационные технологии, технические средства, моделирование, реальность, управление.*

Несмотря на высокую конкуренцию на рынке транспортных услуг, требующих постоянного развития высоких скоростей, видов предоставляемых услуг, нового подвижного состава, внедрения инновационных технологий, ОАО «РЖД» остается на лидирующих позициях и на первое место ставит надежность и безопасность. Работать без отказов технических средств, без срыва расписания движения поездов, обеспечить в полной мере качество перевозок пассажиров и грузов – вот основные задачи, для достижения которых ежедневно трудятся все подразделения и хозяйства компании.

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную систему взаимодействия различных технических средств, обеспечивающих перевозку грузов и пассажиров. «Цифровая революция» на сегодняшний день охватила все сферы деятельности железнодорожного транспорта. Цифровизация железной дороги – это сложный организационно-технический процесс, который требует применения инновационных решений в организации перевозочного процесса, грамотного подхода к вопросам технического обслуживания и ремонта подвижного состава, объектов инфраструктуры, мониторинга, контроля и управления производственными процессами.[1]

Для того чтобы управление железнодорожными активами было эффективным, и обеспечивались базовые условия надежности и безопасности

перевозок, необходимо совершенствовать систему планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта, применять инновационные решения с упреждающим принципом выявления возможных отказов. Решением поставленной задачи является применение предиктивной аналитики, внедрение инновационных методов цифрового моделирования, использования смешанной реальности в управлении транспортом.

Принципы предиктивного подхода. Техническое обслуживание на транспорте делят на четыре основных категории: реактивное, плановое, проактивное, предиктивное[2].

При реактивном обслуживании предусмотрен ремонт после выхода из строя или выработки ресурсов технического средства. При, казалось бы, экономичности максимального использования всех возможностей узлов и деталей, данный подход влечет за собой простои, сбои в работе транспорта и, зачастую, дорогостоящий ремонт.

Плановое и проактивное техническое обслуживание, наиболее часто применяемое на предприятиях железнодорожного транспорта, приводит зачастую к ранней смене деталей, еще не выработавших свой срок службы и выполнению ненужных технологических операций и ремонта.

Предиктивный подход, как к комплексной системе технического обслуживания, строится на основе полученных данных о состоянии железнодорожных объектов, подвижного состава в реальном времени.

К существующей системе планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта необходимо добавить упреждающий подход, который позволит увидеть реальную картину состояния технического средства, состояния узлов и деталей, износа и необходимости замены, возможные риски отказов. В основе упреждающего подхода к системе технического обслуживания и ремонта лежат принципы предиктивной аналитики, которая включает в себя совокупность методов, позволяющих анализировать и прогнозировать развитие событий в будущем [3]. Это становится возможным в результате анализа большого объема данных о возможности возникновения опасных ситуаций в состоянии объектов и системах управления.

Постоянно нарастающее информационное развитие систем мониторинга, контроля и управления, позволяет осуществлять цифровой сбор и передачу данных о состоянии железнодорожных объектов. Для систематизации, обработки, структурирования и хранения огромного потока полученных данных: с датчиков объектов инфраструктуры, подвижного состава, видео и фото материала, меток радиочастотной идентификации и прочих устройств, применяется Аналитика больших данных (Big Data Analytics).

Подходы и инструменты Big Data позволяют проводить детальный анализ по нескольким аспектам, так называемому правилу пяти «V»: объем (Volume), вариативность (Variety), скорость (Velocity), вариабельность (Variability), достоверность (Veracity). Следующим этапом аналитики является работа с полученной информацией. Описательный и диагностический подход Big Data Analytics дают ответы на вопросы: «Что случилось?» и «Почему это случилось?». Но этого недостаточно. На первое место должна ставиться не информация об уже случившихся отказах технических средств, а возможность своевременно проанализировать и принять решение, позволяющее этот отказ предупредить. Здесь эффективно работают предиктивная и прескриптивная аналитика, которая дает ответы на вопросы: «Что может случиться?» и «Что делать?». Метод обработки информации Data Science и машинное обучение разрабатывает оптимальные варианты развития событий и предлагает пути решения для конкретных ситуаций [4].

Для достижения упреждающего результата в вопросах эксплуатации железнодорожных активов предиктивная аналитика использует различные методы, в том числе: математической статистики, интеллектуального анализа данных (Data Mining), машинного обучения и цифрового моделирования.

Цифровое моделирование и визуализация. Следующим шагом построения предиктивного подхода по управлению железнодорожными активами является цифровое моделирование и визуализация. На основе полученных данных необходимо определить текущее состояние технических средств, определить возможные риски в формате «вероятность – последствия» и найти пути решений проблем. В ОАО «РЖД» внедрен цифровой комплекс УРРАН (управление ресурсами, рисками и анализом надежности)[5]. Система анализирует статистику отказов, возможные риски, проводит оценку поведения в прошлом и дает прогноз будущих проблемных ситуаций по каждому хозяйству. Это дает возможность принимать упреждающие решения по предотвращению негативных событий.

Цифровое моделирование также включает в себя визуализацию объектов. Полную картину описания объектов в цифровом формате дают «Цифровые двойники», которые представляют собой собирательную технологию на основе данных облачных хранилищ, Интернета вещей и машинного обучения. Работа цифрового двойника предусматривает три этапа:

1 этап – «видеть». Сбор информации эксплуатационных показателей объекта (внутренние), и сведений об окружающих (внешние).

2 этап – «думать». Анализ полученной информации, моделирование ситуации, разработка вариантов решений.

3 этап – «делать». Реализация выбранного варианта дальнейшего хода рабочего цикла.

Компьютерная визуализация в технологии цифровых двойников позволят моделировать будущие риски, выявлять проблемы в режиме реального времени и своевременно устранять их[6].

Создание цифровых двойников является главным трендом XXI века. И в 2021 году уже разработан первый за историю своего существования стандарт «Цифрового двойника изделия».

ОАО «РЖД» видит перспективу применения цифровых двойников по четырем основным блокам[7]:

- статичные объекты – верхнее строение пути;
- динамичные объекты – подвижной состав;
- управленческие процессы;
- внешняя среда – макроэкономические и маркетинговые данные.

Технология цифрового двойника также будет применяться для процесса модернизации работы станций[8]. На сегодняшний момент в работу станций уже внедрены в работу новейшие программные комплексы, которые позволяют собирать и анализировать огромное количество данных о состоянии производственных объектов, технологических процессах, объемах работы. Эти данные и станут основой для моделирования работы станции в будущем, с учетом всех современных требований.

Смешанная реальность. Наряду с быстро развивающимися технологиями на транспорте, необходимо совершенствование методов в системах управления производственными процессами. Инновационным решением может стать применение технологии «смешанной реальности». Управление производственными процессами на железнодорожном транспорте сегодня представляет собой совокупность использования автоматизированных, интеллектуальных, киберфизических и транспортных систем[9].

Данные, полученные в результате работы вышеперечисленных систем, дают пространственную информацию двух направлений – статическую и динамическую. Статическая информация, например, фотосъемка, лазерное сканирование – дает возможность создания цифровых моделей стационарных объектов. Динамическая информация (фото, видео, тепловая съемка, ультразвуковая локация и др.) применяется для подвижных единиц и позволяет осуществлять построение пространственных моделей в движении, цифровое управление, построение прогнозных ситуаций. Динамическое направление, выраженное в комплексе пространственного и геоинформационного моделирования, стало основой создания новой технологии, так называемой «смешанной реальности».

Уникальная технология «смешанной реальности» в сочетании физического и цифрового миров, включает в себя следующие реальности:

- физическая реальность – отражает реальный мир, показывает состояние объектов и показатели их работы;
- цифровая реальность – строится на основе физической и представляет собой комплекс моделей;
- виртуальная реальность – основывается на реальные данные, но обладает способностью масштабирования по размерам и временным промежуткам;
- дополненная реальность – наложение виртуального изображения на реальный мирю.

Необходимым условием для эффективной работы технологии является максимальное количество информации из различных источников и своевременная обработка полученных данных. Моделирование процессов управления на транспорте при помощи инструментов современной технологии «смешанной реальности», может дать весь необходимый комплекс знаний об объекте в формате «прошлое, настоящее и будущее». Данные знания позволят выработать упреждающие управленческие решения, предотвратить отказы технических средств, оптимизировать их использование, контролировать состояние на протяжении всего жизненного цикла.

Современные инновационные методы и технологии управления производственными процессами железнодорожного транспорта направлены на развитие предиктивного подхода к содержанию технических средств и объектов. Это, прежде всего, влияет на повышение надежности и безопасности транспорта, снижает простой подвижного состава, повышает эксплуатационную готовность, продлевает срок службы железнодорожных активов, сокращает расходы на ремонт за счет его оптимизации.

Цифровое моделирование, технология «смешанной реальности» позволяют осуществлять сбор данных, их анализ и разработку упреждающих решений. Полученные знания о подвижном составе и объектах инфраструктуры, дают основу для дальнейших разработок по совершенствованию работы железнодорожного транспорта.

Список использованных источников

1. V. Ya. Tsvetkov, S.V. Shaytura, K.V. Ordov. Digital management railway. *Advances in Economics, Business and Management Research*, volume 105. 1st International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2019), –p. 181- 185.

2. Vincent, F.A. Challenges and Reliability of Predictive Maintenance. Rhein-Waal University of Applied Sciences. Germany, March 2019.

3. Daniel D. Gutierrez InsideBIGDATA Руководство по предиктивной аналитике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://www.spotfiretibco.ru/wp-content/uploads/2017/09/InsideBIGDATA>.

4. А.В Озеров, А.М Ольшанский, А.П. Куроптева. Предиктивная аналитика с использованием DATA SCIENCE на железнодорожном транспорте. Наука и технологии железных дорог – 2020 – 4(16) – с 63-76.

5. Замышляев А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте/ А.М.Замышляев. – Ульяновск, 2013. – 143 с., ил.

6. Курганова, Н.В. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства [Текст] / Н.В. Курганова, М.А. Филин, Д.С. Черняев, А.Г. Шаклеин, Д.Е. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – № 5 (7). – С.106-107.

7. Н. Логинов Встреча с «двойником» // Вестник цифровой трансформации РЖД. 01.04.2020.№ 1. С. 166–174.

8. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=190657> (дата обращения 27.09.2022).

9. Е.К.Титов Смешанная реальность в управлении транспортом Наука и технологии железных дорог Выпуск 1 (22).

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.17

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ И СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Н.А. Молькова

преподаватель, «Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Пензе - филиал СамГУПС в г.Пензе

Аннотация. Рассматриваются основные задачи программы развития скоростного и высокоскоростного движения, направленные на повышение уровня и качества пассажирских перевозок. Анализируются современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики, за счет которых будет обеспечена безопасность движения и сократятся интервалы между попутно следующими поездами для повышения эффективности перевозочного процесса.

Ключевые слова: стратегия, транспорт, безопасность, технология, магистраль.

Создание высокоскоростного железнодорожного движения в нашей стране относится к числу немногих проектов национального масштаба, результаты которых определяют историческое развитие государства. Строительство разветвленной инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта меняет традиционные представления о пространстве и упрочняет нацию, а также является залогом успеха страны в будущем. Одной из важнейших задач, стоящих сегодня перед компанией «Российские железные дороги» является организация и развитие в России скоростных и высокоскоростных железных дорог со скоростью движения поездов до 250-350 км/час.[3:7]

В ходе реализации стратегии развития холдинга «РЖД» до 2030 г., была утверждена «Программа организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации», в основу которой легли государственные программные документы, такие как Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г., Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г., Стратегия развития железнодорожного транспорта на период до 2030 г.

Также была разработана «Программа развития скоростного и высокоскоростного движения». Главной целью Программы является повышение скоростей движения пассажирских поездов, уровня и качества пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Реализация программных мероприятий позволит обеспечить улучшение транспортных связей, создать для пассажиров более привлекательные условия, повысить комфортность и безопасность пассажирских перевозок, сократить время в пути.[3:105] Создание привлекательных условий транспортного обеспечения позволит привлечь на железнодорожный транспорт дополнительный пассажиропоток с авиационного и автомобильного транспорта, сократить убыточность пассажирских перевозок и воздействие транспорта на экологию. Организация скоростного и высокоскоростного движения на железнодорожном транспорте также обеспечит сокращение потребности в подвижном составе, поддержание и дальнейшее стимулирование научно-технического и интеллектуального потенциала страны за счет размещения на отечественных предприятиях заказов на создание новых образцов техники мирового уровня.

Программой предусматривается реализация 20 проектов организации СМ и ВСМ, это позволит организовать более 50 скоростных маршрутов, по которым будет совершаться не менее 84 млн. поездов в год, а общая протяжённость линий со скоростями более 160 км/ч, составит более 11 тыс.км. Кроме того, Программа предусматривает создание нескольких скоростных и высокоскоростных

магистралей небольшой протяжённости, которые должны обеспечить экономический и социальный эффект за счет расширения границ существующих агломераций и оптимизации системы расселения.

Современная система обеспечения безопасности движения

Система обеспечения безопасности и защиты ВСМ должна гарантировать поездку пассажиров по магистрали с допустимым уровнем риска, заданный уровень безопасности обслуживающего персонала, охрану окружающей среды и нормальное функционирование технических средств магистрали. Под системой обеспечения безопасности понимается комплекс технических средств ВСМ, организационно-технических мероприятий и нормативных документов, регламентирующих проектирование, строительство и эксплуатацию магистрали с заданным уровнем безопасности [5:15]. Безопасность движения зависит от многих факторов и достигается централизованной работой всех хозяйств отрасли, последовательной политикой в области создания новых технических средств и технологий, обеспечением необходимого качества производства и обслуживания технических средств. Перед создателями новых локомотивов и вагонов стоит немало задач, решений которых еще не найдено. При этом главная трудность заключается в необходимости комплексного подхода при проектировании, когда невыполнение даже одного из условий сводит на нет успехи в реализации остальных задач.[1:3]

В «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» особое внимание уделяется внедрению многоуровневых систем управления перевозками. Для реализации этой функции необходимы современные системы, основой которых являются средства железнодорожной автоматики и телемеханики(ЖАТ), за счет которых будет обеспечена безопасность движения и сократятся интервалы между попутно следующими поездами для повышения эффективности перевозочного процесса.

Система «Автодиспетчер» и «Автомашинист»

Автомашинист железнодорожный, автоматическое устройство, помогающее машинисту выполнять график движения с повышенной точностью. Эффективно применяется при малых интервалах между поездами(метрополитен, пригородное железнодорожное сообщение). Система автоматического управления движением поезда впервые создана в Советском Союзе.

Информационно-поисковая система «Автодиспетчер грузоперевозок» представляет собой постоянно обновляемую интерактивную базу данных попутных грузов и попутного транспорта на территории России и стран СНГ. Целью разработки такой системы является объединение грузовладельцев, грузоперевозчиков, транспортные компании в единой информационной базе, помочь им найти постоянных и надежных партнеров, уменьшить затраты на

перевозки и издержки связанные с поиском попутного транспорта, грузов и компаний. Всем участникам рынка грузоперевозок(грузовладельцам, экспедиторам, перевозчикам, складским организациям и т.д.) предоставляется возможность удобного, оперативного обмена информацией по грузам и свободному транспорту.

Мониторинг и диагностика на скоростных поездах «САПСАН»

Уже имеется успешный опыт проведения мониторинга и диагностики на скоростных поездах «Сапсан», где всё это ведется в условиях реального взаимодействия эксплуатируемого подвижного состава с путевой инфраструктурой и контактной сетью. Контроль параметров осуществляется на скорости 200 км/ч. Это современная технология, позволяющая обеспечивать устойчивость графиков движения и иметь резерв пропускной способности при определении места отклонения параметра с помощью системы ГЛОНАСС.

Бортовые технические устройства «БЛОК»

В комплекс бортовых технических устройств поезда входят следующие устройства обеспечения безопасности движения: приборы контроля целостности состава, пожарной сигнализации, проверки бдительности машиниста, противогазовые и противобуксовочные устройства. Для своевременного выявления отклонения рельсовых нитей от нормативных допусков высокоскоростной подвижной состав оборудуется специальной системой. На сети скоростных магистралей впервые отказались от путевых датчиков, заменив их на спутниковые системы. И сейчас на сети дорог это принято в качестве базового проекта стратегического развития. То есть бортовое устройство становится ключевым элементом в управлении перевозочным процессом. С 2013 года массово внедряется современное устройство «БЛОК», которое объединило функции отдельных систем безопасности. Оно использует спутниковую навигацию и имеет возможность получать информацию как из рельсовых цепей, так и из цифрового радиоканала либо от автоматизированных систем. Внедрение локомотивной системы безопасности «БЛОК» с расширенными функциями позволяет повысить надежность локомотивной сигнализации и безопасность движения поездов, исключить несанкционированное движение локомотивов, обеспечить машиниста информацией о параметрах движения поезда и исправности технических средств и производить её автоматическую дешифрацию.

Система риск менеджмента «УРРАН»

Способность противостоять рискам становится сегодня ключевым элементом оценки технических решений. Поэтому была разработана для ОАО «РЖД» система риск менеджмента, получившая название «УРРАН», что означает: управление рисками на основе надёжности. Эта система обеспечивает

комплексное управление ресурсами, рисками и надежностью на всех стадиях жизненного цикла объектов железнодорожного транспорта, возможность определить остаточный ресурс объектов и элементов инфраструктуры на основе объективной оценки их технического состояния.[4:18]. В качестве информационной базы здесь используется Единая комплексная автоматизированная система управления инфраструктурой с иерархическим построением и с высокоточной координатной привязкой, что позволяет, не загружая каналы связи, выдавать конкретные прогнозные решения для формирования плана работ по техническому содержанию инфраструктуры.

Таким образом, спутниковые технологии и цифровая связь позволяют интегрировать различные элементы инфраструктуры высокоскоростных магистралей, а также создавать новые подходы в рамках новой технологии диагностирования.[7]. И, что немаловажно, результаты всех этих разработок сегодня можно оценить экономически.

Список использованных источников

1. Киселёв, И.П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс. Том 1 : учеб. пособие: в 2 т. / И.П. Киселёв, Л.С. Блажко, А.Т. Бурков; под ред. И.П. Киселёва. – Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 428 с.

2. Лисенков, В.М. Системы управления движением поездов на перегонах. Часть 3. Функции, характеристики и параметры современных систем управления : учебник: в 3 ч. / В.М. Лисенков, В.И. Астрахан, Е.Е. Шухина ; под ред. В.М. Лисенкова. – Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 176 с.

3. «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года»: Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 №877-р.

4. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса ОАО «РЖД» от 08.12.2015

5. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030г., Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 №1734-р

Интернет ресурсы

6. Сайт ОАО «РЖД»/<http://www.rzd.ru/>

7. Внедрение спутниковых и геоинформационных технологий на железнодорожном транспорте /<http://www.connect.ru/>

ПРОГРЕССИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОНТЕЙНЕРАХ ТИПА «ОПЕН-ТОП»

Н.В. Власова

канд. техн. наук, доцент кафедры «УЭР», ИрГУПС, г. Иркутск

В.А. Оленцевич

канд. техн. наук, доцент кафедры «УЭР», ИрГУПС, г. Иркутск

М.С. Петров

студент 4-го курса факультета «Управление на транспорте и информационные технологии», специальность «Эксплуатация железных дорог», ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В настоящее время очень остро ставится вопрос о более выгодных железнодорожных перевозках, поиска новых грузопотоков и потребителей. Быстрыми темпами возрастает актуальность контейнерных перевозок железнодорожным транспортом. При перевозке угля возникает масса вопросов, особенно касающихся экономической эффективности, так как известно, что угольная продукция является наименее доходным грузом, чем остальные массовые продукции. В статье рассмотрена организация системы перевозки угольной продукции, а также преимущества и недостатки перевозок угля в контейнерах опен-топах.

Ключевые слова: угольная продукция, железнодорожные перевозки, эффективность перевозок, контейнерные перевозки, контейнеры опен-топы, контейнер, железнодорожный транспорт.

На данный момент Россия обеспечена угольными ресурсами на высоком уровне. Запасы угля составляют 20% от всего запаса в мире. Угледобывающая отрасль продолжает развиваться, так как на внутреннем и внешнем рынке спрос на уголь возрастает. Именно поэтому железнодорожная перевозка угольной продукции занимает важное место среди перевозок.

По данным Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса, в 2021 году добыто 438,4 млн тонн угля, (рисунок 1).

Увеличение добычи угля к прошлому году произошло в Южном (+1,7 млн тонн, +30,5 %), Сибирском (+27,4 млн тонн, +8,9 %) и Дальневосточном (+8,9 млн тонн, +11,3 %) федеральных округах. Снижение добычи угля отмечено Северо-Западном федеральном округе (-1,5 млн тонн, -14,1 %), прекращение добычи отмечено в Центральном федеральном округе. В Российской Федерации важным вкладом в добычу угля является Сибирский федеральный округ (76,3 % от общего объема добычи угля в России).

Секция «Эксплуатация железных дорог»

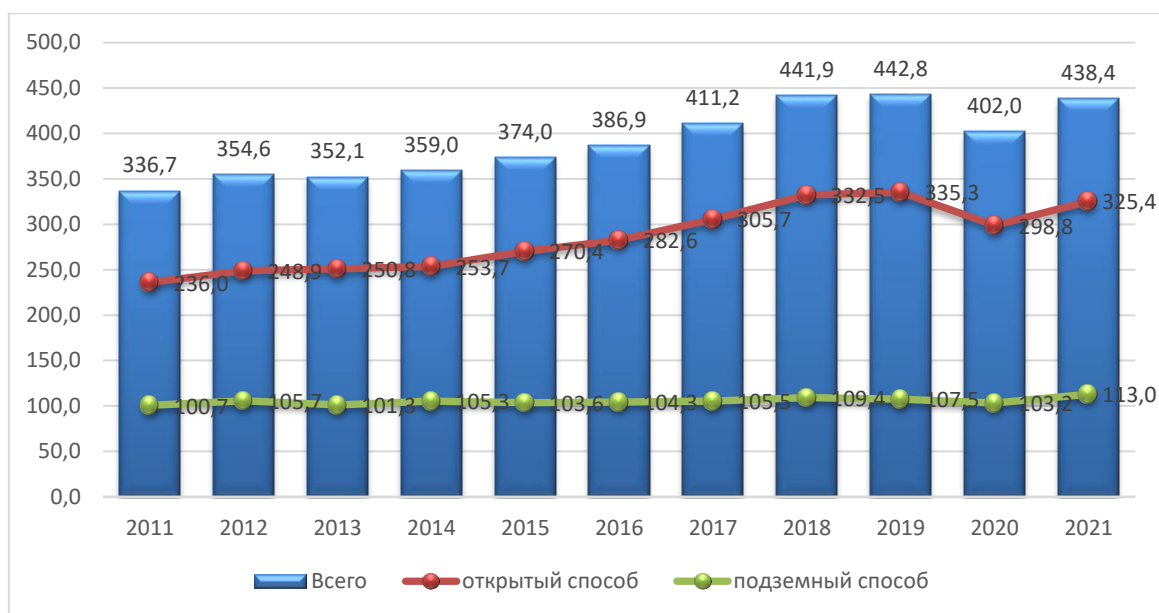


Рисунок 1 – Добыча угля в млн. т

По результатам 2021 года, общая поставка российского угля составило 381,7 млн тонн. На внутренний рынок отправлено 166,6 млн тонн, а также коксующихся углей - 22,6 млн тонн. Это позволяет России уверенно удерживать третье место (после Австралии и Индонезии) в показателе крупнейших в мире экспортов угля.

Ключевым фактором развития угольной отрасли России, является экспортная направленность угольного бизнеса. Рассматривается рост экспортных поставок в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Ввоз угля уменьшился от 0,6 млн тонн до 20,1 млн тонн. Один из основных импортеров остается Казахстан, именно откуда в 2020 году поступало 20,0 млн тонн угля (97,3 % к уровню 2019 года). В товарной системе завозимого угля, как и прежде превосходит экибастузские энергетические угли для электростанций, главным образом Урала [1, 12, 13].

В некоторых случаях перевозка угля железнодорожным транспортом является единственным способом перевозки. На железнодорожные перевозки угольной продукции приходится 89%, и только 11% используется другим транспортом [5].

В связи с этим необходимо выстроить четкую и отлаженную систему перевозки угля железнодорожными перевозками. А также наладить бесперебойную работу всей транспортной системы.

Центры угледобывающей промышленности находятся в Сибири и на Дальнем Востоке [6, 11].

Если рассматривать долю выручки от угольных перевозок, то она в 1,7 раз меньше, нежели доля в погрузке (рисунок 2). Иными словами, от тонны угля в 1,7 раз меньше заработка, чем от перевозки тонны (рисунок 3).

Секция «Эксплуатация железных дорог»

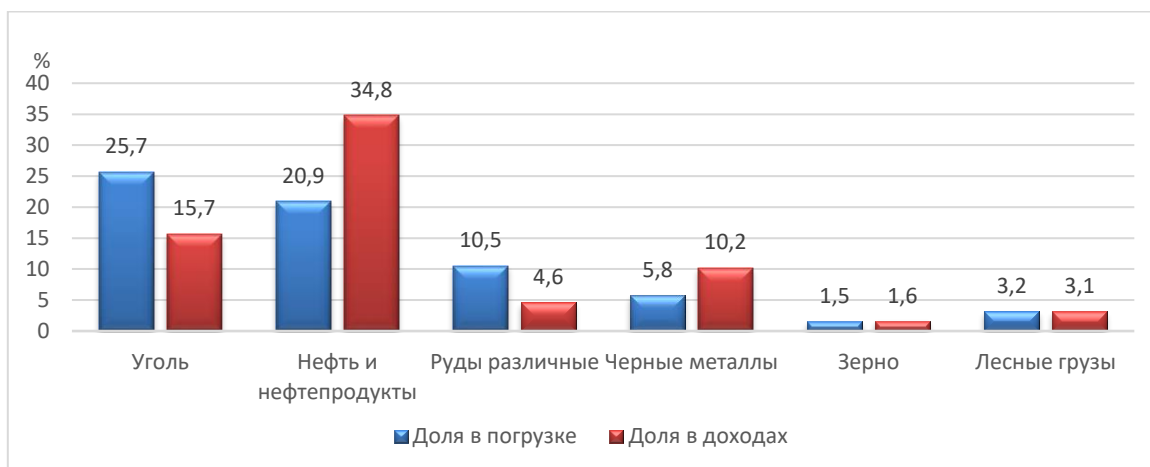


Рисунок 2 – Доли перевозимых грузов в погрузке и доходах РЖД в 2021 году



Рисунок 3 – Доходная ставка РЖД от перевозки некоторых грузов в 2021 году

При добыче угля открытым способом применяются различные схемы:

- загрузка в вагоны;
- загрузка в состав предприятия, а затем в вагоны;
- подача угля в бункеры, а затем в вагоны [9].

В угледобывающих предприятиях используются пути необщего пользования [2].

На данный момент контейнерные перевозки набирают достаточно высокие обороты [7]. Как оказалось, контейнеры являются наиболее удобным перемещением массовых грузов железнодорожным транспортом.

При выборе состава для перевозки угольной продукции используют следующие параметры:

- стоимость доставки груза;
- доступность состава;

- обслуживание состава во время следования;
- сохранность груза [3].

Одним из распространенных контейнеров для перевозки угольной продукции является контейнер опен-топ. У данного вида контейнера съемная крыша, которая может быть представлена тентом или другого материала. Обязательным условием является то, что материал должен быть гибким. Либо используется снимаемая жесткая крыша хард-топ. Опен-топ могут быть 20-футовые и 40-футовые[13].

Пол в опен-топах обычно состоит из древесины, а стены из рифленой стали. Конструкция данного контейнера очень удобна в использовании. Через крышу легко загружать угольную продукцию. Съемная дверная перекладина облегчает процесс разгрузки, а также удерживает брезент, является распоркой и придает жесткость контейнеру [4].

Перевозка контейнерами опен-топ экономически выгодна по сравнению с перевозкой грузов в универсальных полувагонах. Рассмотрим выгоду на примере перевозки угольной продукции. Рассчитаем провозную плату угольной продукции контейнером опен-топ и универсальном полувагоне. График провозных платежей представим на рисунке 4.

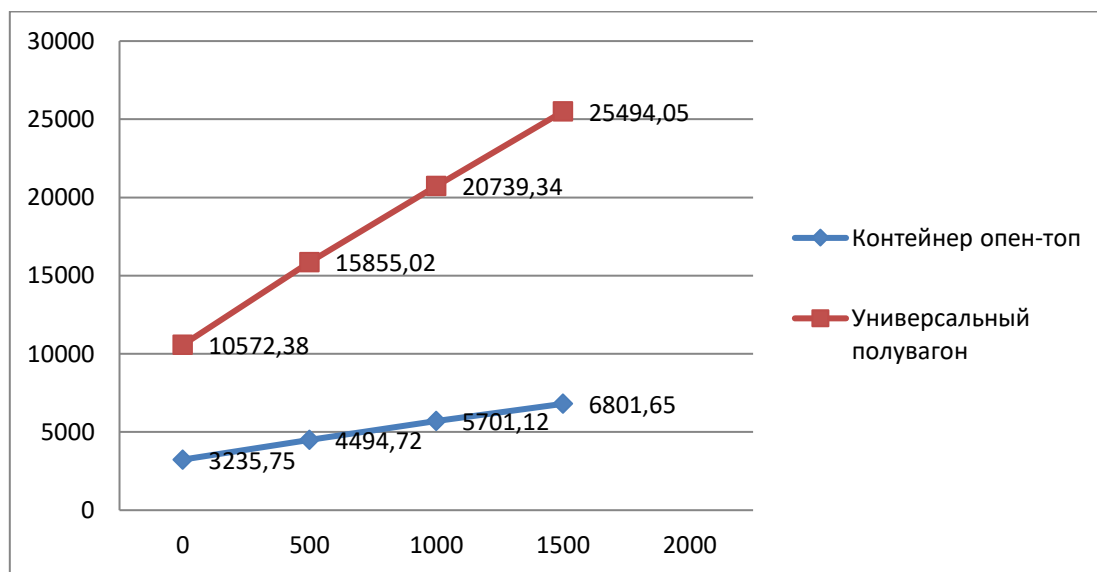


Рисунок 4 – График зависимости провозной платы от расстояния перевозки

На графике показан провоз зависимости провозной платы угольной продукции в равных условиях. Проанализировав рисунок 5 мы можем видеть, что провоз угольной продукции в опен-топах выгоднее, чем в универсальных полувагонах [2].

На рисунке 5 представим график, который показывает изменение стоимости грузовой массы, сравним стоимость провоза угольной продукции в опен-топах и универсальных полувагонах.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

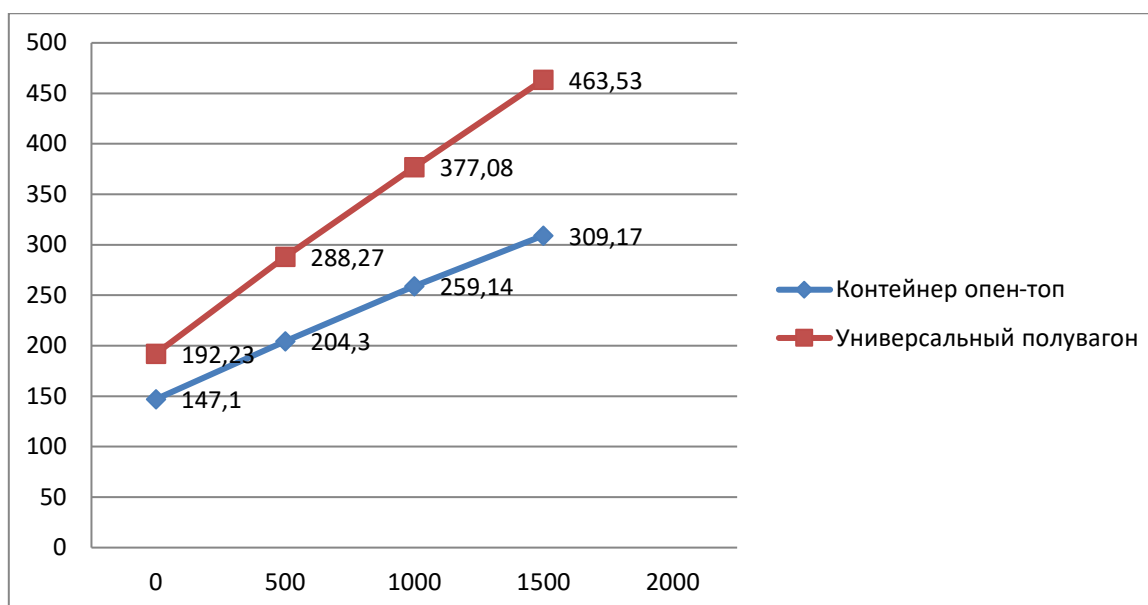


Рисунок 5 – График зависимости стоимости грузовой массы при транспортировке от расстояния перевозки

Исследуя данный график, можно увидеть, что использование опен-топов выгоднее, чем перевозка угля в универсальных полувагонах.

Еще одним преимуществом перевозки угольной продукции в контейнерах опен-топ можно назвать сокращение расходов на перегруз в пунктах перевалки [10]. Затраты состоят из:

- сбора за перегрузку груза;
- простоя контейнера.

Среди недостатков использования опен-топов можно выделить:

- не обеспечена полная гидроизоляция контейнера;
- низкая сохранность груза [8, 11].

Таким образом, можно сделать следующие выводы. При перевозке угольной продукции важную роль играет выбор транспортной тары. Использование контейнеров опен-топ имеет ряд преимуществ. Сюда можно отнести съемную крышу, что облегчает погрузку угольной продукции, контейнер мобилен, можно загружать продукцию прямо на площадке, также существенным преимуществом является тот факт, что на одной платформе можно разместить два контейнера.

Список использованных источников

1. Министерство энергетики РФ официальный сайт URL: <https://minenergo.gov.ru/node/433>.

2. Куренков П.В., Астафьев А.В., Кизимиров М.В. Внетранспортный эффект контейнерных перевозок // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2018. №5. С. 23–29

3. Лецкий Э.К., Кожевников Ю.Н., Самсонова М.А. Использование вагонного парка по критерию прибыли // Мир транспорта. – 2019. – № 5 (33). – С. 128–130.
4. Никифоров, В. С. Мультимодальные перевозки и транспортная логистика : учеб. пособие для вузов / В. С. Никифоров. – М.: ТрансЛит, 2018. – 233 с
5. Ожерельева М.В., Хусаинов Ф.И. Особенности тарифообразования при перевозках каменного угля железнодорожным транспортом // Вестник СамГУПС. – 2018. – № 3 (33). – С. 71–76.
6. Перевозка крупнотоннажных контейнеров / С.П. Вакуленко [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2021. №5. С. 14–18.
7. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах — М.: Юртранс, 2018 г. — 504с, 509с, 512 с.
8. Числов, О. Н. Комплексные методы рационального размещения элементов транспортно-технологических систем в железнодорожных узлах: [монография] / О. Н. Числов // Рост. гос. ун-т путей сообщения. Ростов н/Д, 2019. – 294 с.
9. Туранов Х.Т. Крепления грузов в вагонах учеб. Пособие // Екатеринбург, 2006.
10. Антонова А.В., Власова Н.В. Инновационные методы перевозки и технология погрузки навалочных грузов в крупнотоннажные контейнеры типа "open top" // Молодая наука Сибири. 2021. № 4 (14). С. 17-22.
11. Перфильева П.В., Кашкарев А.С., Власова Н.В./ Перевозка навалочных грузов в инновационных контейнерах // в сборнике: Современные материалы, техника и технология. сборник научных статей 11-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 330-334.
12. Turanov K., Ruzmetov Y., Vlasova N. Calculating cargo securing elements on a railway platform under the impact of a spatial force system В сборнике: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. 2019. С. 02006.
13. Власова Н.В., Оленцевич В.А. необходимость разработки новых проектных решений по реконструкции контейнерных терминалов в современных условиях // в сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 96-104.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПОРТНОЙ КОНТРЕЙЛЕРНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗА В
СООТВЕТСТВИИ С КРИТЕРИЯМИ ИНТЕРМОДАЛЬНОСТИ**

В.А. Оленцевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Управления эксплуатационной работой»,
ИрГУПС, г. Иркутск*

Н.В. Власова

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Управления эксплуатационной работой»,
ИрГУПС, г. Иркутск*

Аннотация. Стабильное функционирование железнодорожной транспортной системы позволяет обеспечить эффективное и бесперебойное развитие страны в экономической и социальной сферах. Для такой масштабной отрасли, как железный транспорт, объединяющей в себе бесперебойную организацию перевозки грузов и высокое качество обслуживания пассажиров, а также четкое взаимодействие с грузовладельцами, владельцами инфраструктуры и подвижного состава основной задачей для дальнейшего успешного функционирования является дальнейшее расширение развитие клиентоориентированного подхода и его ресурсное обеспечение.

Ключевые слова: клиентоориентированный подход, первоочередной ориентир, оценки потребителями транспортных услуг, контрейлерная транспортировка груза, критерии интермодальности

Функциональная пригодность на рынке транспортных услуг определенного транспортного продукта или вида транспорта оценивается целым рядом показателей: пространственное соотношение начальных и конечных пунктов грузоперевозки, наличие и развитость транспортных путей и коридоров, срок доставки грузов, качество предоставляемых услуги сервисов, тариф за перевозку и т.п. В последние годы в качестве подобных критериев оценки выступают также учет экологических факторов, безопасность перевозочного процесса, энергоемкость инфраструктурного комплекса, показатели качества транспортного обслуживания и транспортного обеспечения [1-3].

С целью повышения уровня качества транспортного обслуживания пользователей железнодорожным транспортом необходимо исследовать мировой опыт в развитии прогрессивных видов перевозок грузов, в качестве которых чаще выступают смешанные или комбинированные перевозки [4].

При анализе основных видов деятельности железнодорожной транспортной системы (далее – ЖДТС) целесообразно выделять следующие категорий пользователей услугами:

- клиенты пассажирских перевозок – пассажиры;
- клиенты грузовых перевозок – грузоотправители;
- внутренние клиенты – сотрудники, коллеги.

Каждая категория пользователей выдвигает для ЖДТС свои потребности в услугах и сервисах, в связи с чем при сохранении общей направленности по обеспечению эффективной и бесперебойной организации перевозочного процесса с учетом клиентоориентированного подхода отрасли необходимо учитывать их различия. Разделяя при этом первоочередной ориентир и вторичный ориентир [5, 6].

Некоторые результаты оценки потребителями транспортных услуг в сфере организации грузовых перевозок, на примере работы Восточно-Сибирской железной дороги (далее – ВСЖД) [7], показателей первоочередного ориентира представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Результаты оценки потребителями транспортных услуг

Достаточно высокий уровень чувствительности к колебаниям транспортного рынка имеют также филиалы и дочерние компании товаропроизводителей с большим объемом производства, а также так

называемые третьи лица, через которых товаропроизводители оформляют свои сделки и проводят процедуры по организации перевозочного процесса.

Уровень чувствительности грузоперевозки по родам грузов к колебаниям рынка возможно изучить с использованием методов системного анализа [8, 9], применив XYZ-анализа, при котором необходимо определить коэффициент вариации, а далее в зависимости от значения изучаемого показателя производится группировка объектов. Результаты исследований по оценке поведения пользователей транспортными услугами ЖДТС и их группировка по категориям в зависимости от показателей первоочередного ориентира представлены на рисунок 2.

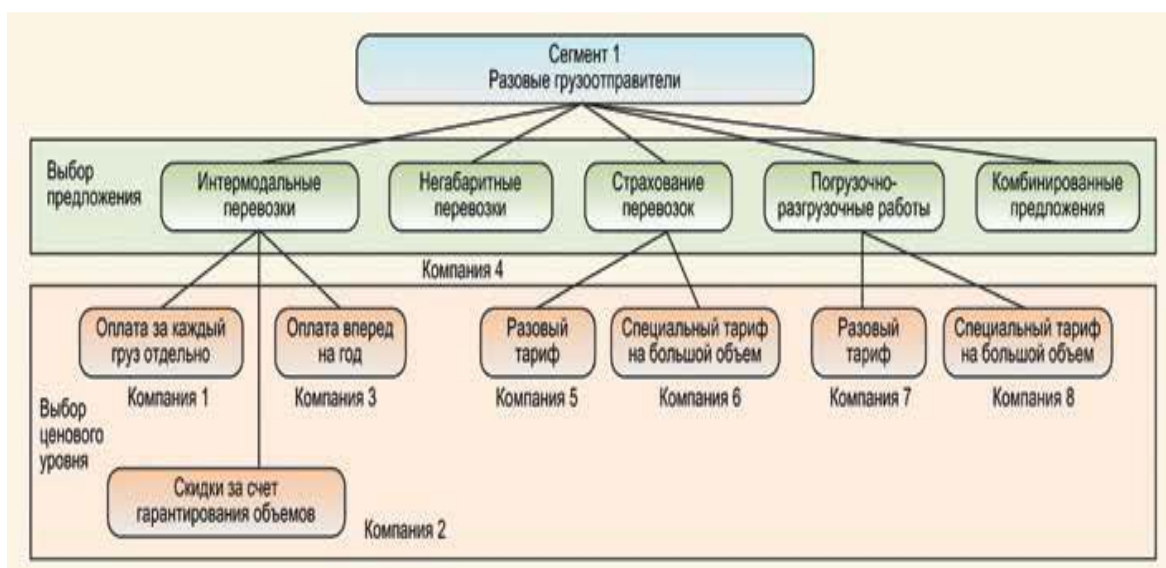


Рисунок 2 – Оценка поведения пользователей транспортными услугами ЖДТС и их группировка по категориям в зависимости от показателей первоочередного ориентира

С целью формирования высокого уровня конкурентоспособности железнодорожных грузовых перевозок необходимо регулярно проводить мониторинг внутри- и внешнехолдинговой конкуренции, что необходимо для реализации стратегической политики расширения сферы влияния ОАО «РЖД» на рынке грузовых перевозок, как раз на базе полученных на основе такого анализа результатов.

Анализ позволяет спрогнозировать величину оттока клиентов и их псевдооттока, при котором смена юридического лица клиента не приводит к серьезным изменениям в перевозочной деятельности. Мероприятия по исключению величины оттока клиентов позволят отрасли выявить когерентные цепочки грузов, в которых только часть транспортной составляющей реализована в рамках железнодорожных перевозок. На основе полученных при анализе данных предоставляется возможность адресного формирования рекомендаций дочерним компаниям и более детальная реализация стратегических принципов ОАО «РЖД» в рамках формирования

клиентоориентированного подхода, увеличение степени влияния на транспортном рынке [10, 11].

Одним из основных направлений грузопотоков, приходящихся на ВСЖД, является экспорт грузов в КНР. Поток грузов, зарождаемый еще в Европе, следует транзитом через несколько стран, включая значительную часть Российской Федерации и, в конечном итоге, на Восточно-Сибирской дороге сдается на Монгольские железные дороги, где следует дальше до границы с КНР.

Переход на монгольскую железную дорогу осуществляется на пограничной станции Наушки. Несмотря на внушительные средства, затрачиваемые на функционирование и содержание данного транспортного коридора, существует ряд проблем, таких как неудовлетворительный приём поездов китайской стороной и наличием конвенционных запретов на ряде железнодорожных станций Восточного полигона, которые выливаются в конечном итоге в невозможность принятия всего объема грузопотока, что приводит как к экономическим потерям в виде недополучения доходов от перевозочной деятельности, так и к снижению качественных показателей, в форме увеличения времени простоя вагонов на железнодорожной станции Наушки.

Учитывая отсутствие перспективы развития железнодорожной станции Наушки, ввиду естественных ограничений, а также действующих конвенционных ограничений на экспорт грузов в КНР, в рамках научного исследования рассмотрена реорганизация движения части потока грузов следующего в КНР, контрейлерными отправлениями, осуществляемыми через грузовую станцию первого класса Братск до многостороннего автомобильного пункта пропуска города Кяхта.

При организации данных видов перевозок интермодальной транспортной единицей является гружёный полуприцеп, транспортировка которого по автодорогам будет осуществляться автотранспортом Дирекции по управлению терминально-складским комплексом (далее – ДМ). Предусматривается, что перевозка гружёного контейнера на автоприцепе, погруженном на специализированную железнодорожную платформу, будет осуществляться с железнодорожной станции отправления до железнодорожной станции Братск ВСЖД. Далее после выгрузки, контрейлер, в составе автопоезда, следует до города Кяхта. Таким образом, в перевозке груза участвуют только структурные подразделения и дочерние общества ОАО «РЖД» [12].

При использовании данной схемы перевозки используется следующий маршрут: Москва – Братск – Кяхта, а именно следование железнодорожным составом со станции Кунцево Московской железной дороги до станции Братск ВСЖД, а далее в составе автопоезда до населенного пограничного пункта Кяхта, рисунок 3.

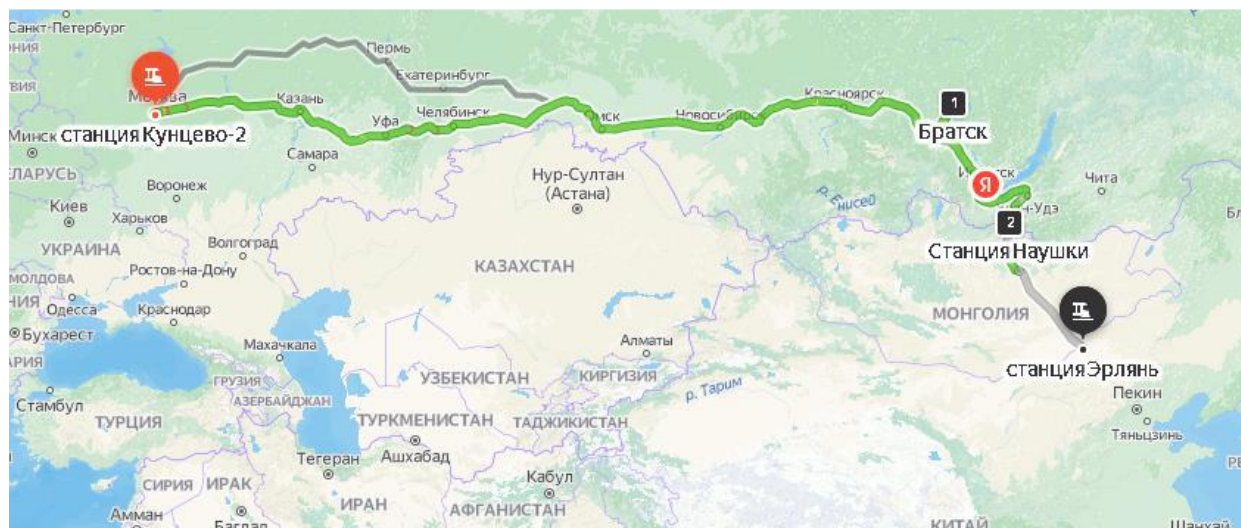


Рисунок 3 – Предлагаемая схема организации контейнерной транспортировки груза

Учитывая имеющиеся характеристики, предлагаемая схема организации контейнерной транспортировки груза соответствует всем критериям интермодальности:

- наличие интермодальной транспортной единицы;
- транспортировка одной транспортной единицы двумя или более видами транспорта;
- организация и ответственность одного перевозчика;
- наличие возможности рассчитать единую сквозную ставку;
- наличие возможности разработать единый перевозочный документ;
- отсутствие сложных работ по перегрузке/перевалке/перевалке груза;
- отсутствие дополнительных расходов на перевалку/фасовку, ручную перегрузку;
- ускорение процесса погрузки-разгрузки;
- упрощение взаимодействия подрядчиков/перевозчиков;
- выполнение принцип «от двери – до двери» [13-15].

На данный момент, в соответствии с полученными от организаторов контейнерных поездов планами перевозок назначением в КНР через пограничный переход Наушки-Сухэ-Батор запланированы перевозки 240 контейнерных поездов или 7,7 контейнерных поездов ср./сут, что превышает подтвержденные со стороны КНР объемы на 147 контейнерных поездов или 4,7 контейнерных поездов ср./сут.

Для приведения планируемых объемов отправления в соответствие с согласованными объемами передачи через пограничный переход Наушки-Сухэ-Батор (3 контейнерных поезда) необходимо скорректировать план на 147 контейнерных поездов (-61,3%). Аналогичная ситуация складывается при планировании перевозок грузов в контейнерах в составе контейнерных поездов

в КНР через станцию Забайкальск. Так, при полученном плане перевозок 254 контейнерных поезда, администрация китайских железных дорог подтверждает передачу в феврале 186 контейнерных поездов. Для приведения планируемых объемов отправления в соответствие с согласованными объемами передачи через Забайкальск – Маньчжурия (3 контейнерных поезда ср./сут.) необходимо скорректировать план на 68 контейнерных поездов (–26,8%).

Основные причины невыполнения связаны с действием ограничений погрузки грузов в контейнерах на экспорт в КНР через пограничные переходы Наушки и Забайкальск, в связи с неудовлетворительным приемом контейнерных поездов китайской стороной, а также введением конвенционных запретов на ряд станций Восточного полигона.

Анализируя спрос на услуги транспортировки грузов железнодорожным транспортом в КНР, а также неспособность реализации данным видом транспорта всего объёма перевозок, предлагаю рассмотреть внедрение интермодальных сервисов при осуществлении перевозок на полигоне Восточно-Сибирской железной дороги.

В части соответствия критериям интермодальности такой перевозки, необходимо будет предусмотреть разработку единого перевозочного документа и уровень ответственности участников перевозочного процесса в рамках агентских договоров, а также привести сравнительную характеристику двух видов транспорта.

В таблице 1 приведен расчет величины провозной платы при перевозке на различных видах подвижного состава, загруженности вагона и контейнера, в зависимости от грузоподъемности.

Таблица 1 – Затраты на перевозку груза между пунктами

Вид подвижного состава	Вагон, грузоподъемность 68 тонн	Вагон, грузоподъемность 73 тонн	Контейнер	Контрейлер
1	2	3	4	5
Стоимость по тарифу на суточное количество вагонов, тыс.руб	4712,8	4466,3	2516,0	5588,5
Провозная платы для автомобилем, тыс.руб	85,4	85,4	56,5	42,7
Затраты под одной грузовой операцией, тыс.руб	170,7	170,7	85,4	7,1
Затраты на перевозку груза, тыс.руб	4968,9	4722,4	2657,9	5 638,3

Эффективность изложенных предложений заключается в привлечении новых клиентов на железнодорожный транспорт, «переключении» с автомобильного транспорта потенциальных грузопотоков высокодоходных грузов за счёт гибких коммерческих предложений в максимально удобном, упрощённом виде, повышения их информативности. Применение предложений может быть реализовано при подготовке рекламных предложений и рассылки предложений клиентам. Это в полной мере «...повысит конкурентоспособность железнодорожного перевозчика на транспортно-логистическом рынке», а также позволит сформировать «единую клиентоориентированную информационную среду как основное условие для логистического провайдинга 4 и 5 уровня», к достижению которого сегодня стремятся многие железнодорожные компании.

Список использованных источников

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года, – М: ОАО «РЖД», 20.12.2013 г.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 08.12.2015 №2855-р «Об утверждении Стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД»
3. Власова Н.В., Оленцевич В.А. необходимость разработки новых проектных решений по реконструкции контейнерных терминалов в современных условиях // в сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 96-104.
4. Официальный сайт ОАО «РЖД»: <http://rzd.ru>.
5. Gudok.ru, выпуск 13.11.2019 [Электронный ресурс]: <https://gudok.ru/zdr/178/?ID=1484164>
6. Оленцевич В.А., Асташков Н.П. Методы привлечения клиентов к услугам транспортно-логистического бизнес-блока в целях увеличения конкурентоспособности холдинга ОАО "РЖД" // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2019. Т. 1. С. 4-8
7. Куренков П.В., Преображенский Д.А., Астафьев А.В., Кахриманова Д.Г., Волкова С.А. Синхромодальные перевозки и тримодальные терминалы как перспективные направления развития логистических технологий // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. – № 11. – С.13-17
8. Мохонько В.П., Исаков В.С., Куренков П.В. Ситуационное управление перевозочным процессом // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. ОИ / ВИНТИ. – 2004. – № 11. – С.14-16.27. Бубнова Г. Цифровая логистика и безопасность цепей поставок / Г. Бубнова, П.Куренков, А.Некрасов // Логистика. – 2017. – № 7 (128). – С. 46–50

9. Комаров А.В. Транспортное обслуживание и экспедирование грузовых перевозок: Учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2017. – с.90-96
10. Набиуллин И.И., Шауро А.Л. Принципы клиентоориентированности // И.И. Набиуллин, А.Л. Шауро // Автоматика, связь, информатика. – 2020. – № 6. – С. 28–29
11. Политика клиентоориентированности холдинга «РЖД» в области грузовых перевозок. - Утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 26.07.2016 г. № 1489р. [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/law/ref/ju_dict/word/udovletvorennost_klienta/
12. Антонова А.В., Власова Н.В. Инновационные методы перевозки и технология погрузки навалочных грузов в крупнотоннажные контейнеры типа "open top" // Молодая наука Сибири. 2021. № 4 (14). С. 17-22.
13. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Этапы формирования маркетинговой стратегии управления терминально-складским комплексом ОАО "Российские железные дороги" с целью достижения максимальных результатов продвижения транспортных услуг и привлечения клиентов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 2 (74). С. 163-174.
14. Перевозка крупнотоннажных контейнеров / С.П. Вакуленко [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2021. №5. С. 14–18.
15. Лецкий Э.К., Кожевников Ю.Н., Самсонова М.А. Использование вагонного парка по критерию прибыли // Мир транспорта. – 2019. – № 5 (33). – С. 128–130.

УДК 629.4-592

ГРНТИ 73.29.17

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
НА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДАХ**

А.О. Петров

аспирант, Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), г. Москва

Аннотация. Исторически в качестве рабочего тела автоматических тормозов подвижного состава был выбран сжатый воздух. По ряду причин пневматической тормозной системе было отдано предпочтение перед гидравлической. Однако, с развитием современных технологий и материаловедения видится логичным вернуться к рассмотрению гидромеханических тормозных систем на пассажирском подвижном составе в силу ряда их неоспоримых преимуществ.

Ключевые слова: автоматические тормоза подвижного состава, пневматический тормоз, гидромеханический тормоз, электромеханический тормоз.

Одним из важнейших вопросов для железнодорожного транспорта является обеспечение безопасности движения поездов. Одну из ключевых ролей в данном вопросе играет тормозная система поезда. 5 марта 1872 года Джорджем Вестингаузом была запатентована первая автоматическая тормозная система (см. рисунок 1). Автоматической называется такая система, которая обеспечивает автоматическую остановку ПС без управляющего воздействия человека [2]. Иными словами, это такая система, которая при возникновении определенных нештатных ситуаций срабатывает на торможение. Как известно, исторически в качестве рабочего тела автоматических тормозов подвижного состава был выбран сжатый воздух [3]. Произошло это, главным образом, по той причине, что его относительно легко добыть из окружающей среды посредством компрессора. Впоследствии в систему снабжения поезда сжатым воздухом включили оборудование для его предварительной обработки – преимущественно фильтрации и осушения [1], поскольку воздух в себе содержит определенную часть масла (при применении масляных компрессоров) и воды в виде пара, который при охлаждении в резервуарах локомотива и состава вагонов начинает конденсацию и становится катализатором для процессов коррозии в тормозных приборах.

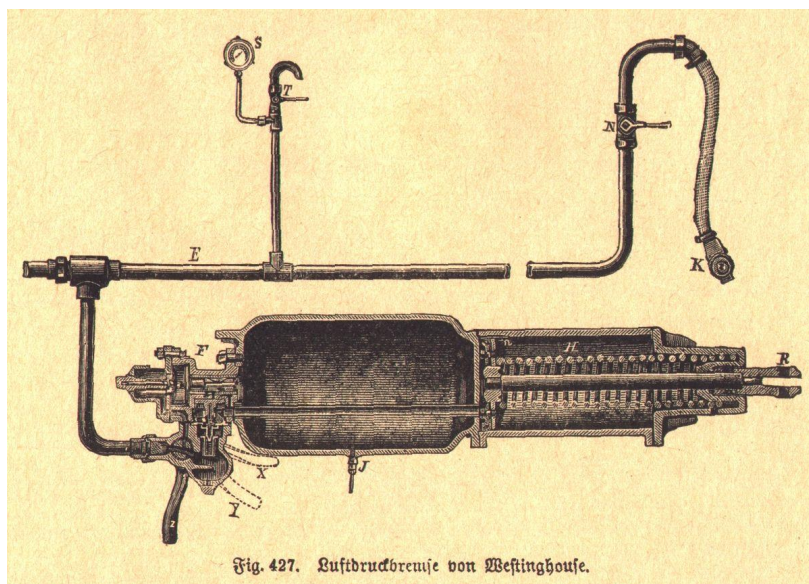


Рисунок 1 – Тормозная система Вестингауза

У сжатого воздуха в качестве рабочего тела есть ряд преимуществ – как уже было сказано выше, его относительно легко добыть; также оборудование, применяемое для работы с ним, не имеет специальных требований по маслостойким свойствам резиновых уплотнений; при разрыве тормозной

магистральной обеспечивается полная остановка поезда за счет срабатывания тормозных приборов – воздухораспределителей – на торможение, тем самым реализовывается принцип автоматического тормоза. Однако, у него есть и ряд недостатков: наличие турбулентных процессов в ходе применения тормоза; требуется оснащение локомотива либо вагонов моторвагонного подвижного состава (МВПС) дорогостоящим и габаритным компрессорным и осушительным оборудованием; требуется прокладка пневматических магистралей по раме и кузову вагона; требуется установка контрольных приборов – манометров – на пульте машиниста и постоянный контроль давления в магистральных поездах, а также ряд иных недостатков. Все перечисленное оборудование требует своевременного обслуживания, компетентной диагностики, выполнения планово-предупредительных ремонтов и поверочных мероприятий, что отвлекает на себя определенное количество ресурсов.

В качестве альтернативы сжатому воздуху в разные моменты истории рассматривались и в ряде случаев применялись специализированные рабочие жидкости, аналогичные тем, что применяются в автомобильной технике [4]. К преимуществам гидромеханических тормозных систем можно отнести их малые габариты при том же тормозном эффекте, отсутствие турбулентных течений, более высокое быстродействие, технологичность систем. Однако, на ранних стадиях развития подвижного состава применение таких систем сталкивалось с целым рядом проблем: резиновые и иные уплотнения в силу свойств таких жидкостей в скором времени утрачивали свои свойства, а проектирование и внедрение новых полимеров было не всегда целесообразно и возможно технически; как следствие вышесказанного, возникновение утечек из гидросистемы могло привести к частичному либо полному отказу тормоза, что, в свою очередь, могло стать причиной различного рода аварийных ситуаций и крушений[4]; сложность системы управления тормозной системой (для управления сжатым воздухом его достаточно определенным темпом разрядить в атмосферу до достижения необходимого давления); в силу того, что одни и те же вагоны могут испытывать весь спектр температур от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, достаточно сложно подобрать рабочую жидкость с параметрами, которые бы не изменялись значительно в указанном диапазоне; высокие требования к чистоте рабочей жидкости и герметичности системы.

Однако, с появлением новых технологий на современных трамваях производства Alstom, SIEMENS, Bombardier были внедрены клещевые механизмы с применением гидравлического привода механической части тормоза. Это стало возможным благодаря развитию современных технологий и материалов. В общем случае, системы такого рода работают следующим образом: клещевые механизмы по умолчанию находятся в режиме торможения

(т.н. пассивный тормоз), в тормозных цилиндрах присутствует давление рабочей пружины на поршень; машинист, активируя переключатель режимов торможения, осуществляет подачу рабочей жидкости в цилиндры, которая, в свою очередь, сжимает пружины, тем самым осуществляя отпуск тормоза. Для мгновенного срабатывания такой системы в ней чаще всего предусмотрен гидроаккумулятор и электромагнитные клапаны, открывая которые осуществляется изменение давления рабочей жидкости в необходимом на текущий момент объеме. Такой подход позволил отказаться от громоздкого пневмооборудования, что позволило спроектировать современный трамвай повышенной комфортности с низким уровнем пола. Поскольку тормозная система является гидравлической, процессы торможения и отпуска происходят одновременно во всех частях системы, что также является ее неоспоримым преимуществом.

В текущий момент времени на сети отечественных железных дорог в большом количестве в пассажирском движении внедряются тормозные системы с электронными блоками управления, например, такими системами оснащены поезда серий «Ласточка», «Сапсан» и «Иволга», также поезда серии ЭШ2 (двухэтажный аэроэкспресс). Данное решение в свое время стало логичным развитием простейшей двухпроводной системы электропневматического тормоза (ЭПТ), применяемого на всем современном пассажирском подвижном составе. Система ЭПТ была предназначена, в первую очередь, для решения задачи сокращения тормозного пути благодаря одновременному срабатыванию всех воздухораспределителей поезда на торможение. Современные электронные блоки контролируют работу тормозных приборов, исполнительных механизмов, противоюзной системы поезда и, в ряде случаев, системы высоторегулирования вагона, а также обладают функцией постоянной диагностики тормозной системы вагона, включая и диагностику самого блока. Также в качестве их преимущества можно выделить возможность проведения диагностических и тестовых мероприятий при помощи внешнего компьютера с сервисным ПО. Данные блоки также имеют связь с шиной связи поезда, в которую предоставляют всю необходимую телеметрию, коды событий и ряд иных данных.

В силу того, что тормозная система с гидромеханическим приводом показала себя успешно на современных трамваях, стоит рассмотреть проектирование и внедрение аналогичных систем на пассажирском подвижном составе, в частности на МВПС. В пользу данного факта говорит и то, что ведущими мировыми производителями – SIEMENS (см. рисунок 2) и KNORR-BREMSE (см. рисунок 3) – проводятся работы по проектированию и внедрению таких решений [5], [6]. Электронные блоки управления тормозной системой, устанавливаемые на каждом вагоне и связанные общей шиной данных со всем

поездом, позволят обеспечить единовременное срабатывание тормозных приборов на поезде; тормозные механизмы пассивного типа обеспечат не только автоматическое срабатывание тормозной системы в случае возникновения утечек и неисправностей, но также они позволят отказаться от протяжки дополнительных магистралей к модулям стояночного тормоза; масса поезда будет снижена за счет отказа от части компрессорного и осушительного оборудования и ряда резервуаров и магистралей – будут оставлены только системы, отвечающие за пневмоподвешивание и систему высоторегулирования вагона, а также система подъема токоприемников, которую на текущий момент нецелесообразно реализовывать на гидравлической основе.



Рисунок 2 – Клецевой механизм дискового тормоза с гидравлическим приводом (в задней части) производства SIEMENS Mobility



Рисунок 3 – Клецевой механизм дискового тормоза с пневматическим (слева, представлен для сравнения) и гидравлическим (справа) приводом производства KNORR-BREMSE

Также на текущий момент времени существуют проекты по внедрению электромеханического автоматического тормоза. В общем случае он представляет собой электронный блок управления по аналогии с вышеописанными, в качестве исполнительного механизма применен дисковый

тормоз клещевого типа с установленным электромеханическим блоком вместо пневмоцилиндра. Например, вышеупомянутым производителем KNORR-BREMSE на выставке InnoTrans 2022 в Берлине был представлен такой прибор (см. Рисунок 4). Из достоинств можно отметить быстрдействие системы и ее надежность, отсутствие дополнительных систем подготовки и подачи рабочей жидкости или сжатого воздуха, также производителями утверждается, что данный тип тормоза позволяет значительно сократить тормозной путь поезда. Из недостатков – относительная дороговизна в силу применения электронных компонентов и электродвигателей, сложность системы управления, более высокая масса и габариты исполнительных механизмов по сравнению с пневмо- и гидроуправляемыми системами.

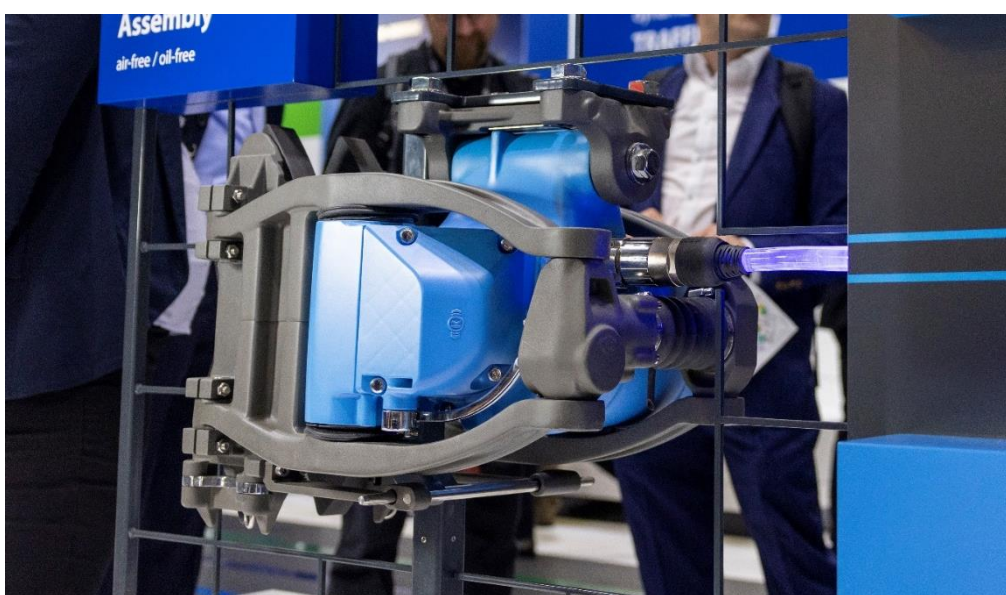


Рисунок 4 – Клещевой механизм дискового тормоза с электромеханическим приводом производства KNORR-BREMSE

Список использованных источников

1. ГОСТ 32202-2013. Сжатый воздух пневматических систем железнодорожного подвижного состава и систем испытаний пневматического оборудования железнодорожного подвижного состава. Требования к качеству и методы контроля. – Введ. 01.06.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
2. ГОСТ 34703-2020. Оборудование тормозное железнодорожного подвижного состава. Термины и определения. – Введ. 01.05.2021. – М.: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
3. Иноземцев, В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. Москва: Транспорт, 1979. – 424 с.

4. E. Hamilton. Nineteenth Century Railway Carriages. The Midland supplied both the hydraulic-braked trains trialed at Newark. // London: Modern Transport Publishing, 1949. С. 58.

5. Knorr-Bremse Group // Boosting rail traffic flow: innovative systems for transporting passengers and freight at InnoTrans 2022 [сайт] URL: <https://www.knorr-bremse.com/en/media/press-releases/boosting-rail-traffic-flow-innovative-systems-for-transporting-passengers-and-freight-at-innotrans-2022.json> (дата обращения 29.09.2022)

6. Siemens Mobility | Global | Siemens Mobility Global // The new air-free brake system from Siemens Brakes | Rail stories | Siemens Mobility Global [сайт] URL: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/stories/the-new-airfree-brake-system.html> (дата обращения 29.09.2022)

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.11

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГРЕВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТУАЛЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ (ЭЧТК) ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

В.А. Пискунова

ст. преподаватель, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. *Актуальность темы обусловлена поиском проектного решения и технологии обогрева экологически чистых туалетных комплексов пассажирских вагонов.*

Ключевые слова: *экологически чистых туалетных комплексов, пассажирские вагоны, система обогрева.*

Несущий рынок пассажирских перевозок ставит новые требования к комфортности и безопасности современных пассажирских вагонов. Согласно статистики наибольший процент жалоб пассажиров в АО «Федеральная пассажирская компания» приходится на санитарно-гигиеническое оборудование, а именно туалетные комплексы.

До недавнего времени принцип действия туалетов в вагоне осуществлялась таким образом, что содержимое чаши унитаза при смыве попадало напрямую на железнодорожный путь, поэтому режимы работы туалета были связаны с санитарными зонами, при прохождении которых туалеты закрывались, что вызывала неудобство для пассажиров.

В последние десятилетие в этой сфере произошел значительный прогресс, более восьмидесяти процентов вагонов оснащены различными видами современных туалетов.

На поездах постоянного формирования конструкции ОАО «Тверской вагоностроительный завод» (вагоны моделей 61-4462, 61-4465, 61-4472, 61-4473, 61-4463, 61-4462, 61-4460, 61-4458) [3] применяются экологически чистые туалетные комплексы пассажирских вагонов (ЭЧКТ).

ЭЧКТ работает автономно в течение всего пути следования вагона, не оказывая отрицательные воздействия на окружающую среду в эксплуатации, при этом удовлетворяет физиологические и гигиенические потребности персонала и пассажиров.

Работа оборудования туалета основана на перемещении фекальных отходов под действием вакуума из туалетного блока в бак-накопитель, в котором поддерживается требуемый уровень вакуума.

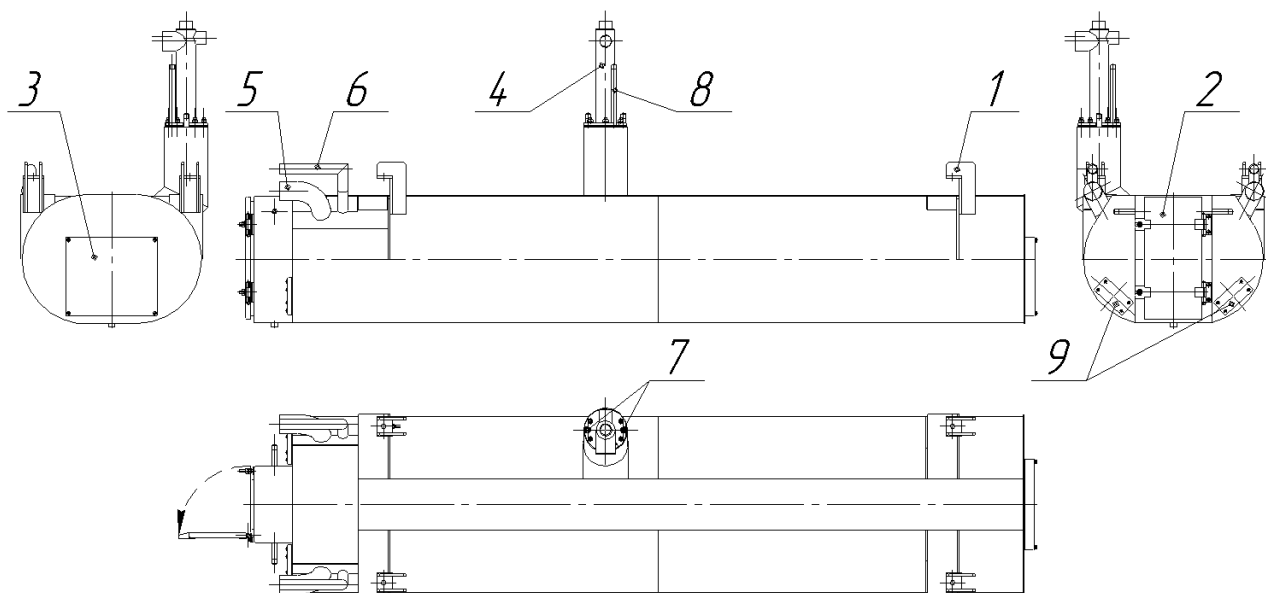
Одной из основных причин выхода из строя санитарно-технического оборудования вагона (в том числе и ЭЧКТ) является его заморозка, образование ледяных пробок, приводящих к остановке эксплуатации.

В год фиксируется более 600 выходов из строя оборудования по причине промерзания системы. Среднее время простоя вагона в ремонте после промерзания составляет 60 часов [2]. Наиболее остро стоит проблема в Сибирском федеральном округе.

Для предотвращения промерзания трубопроводной системы, её размещают в обогреваемых частях вагона и используют термоизоляцию.

В баке-накопителе (рисунок 1) же ЭЧКТ предусмотрена комбинированная система обогрева, состоящая из жидкостного и электрического обогрева. Для жидкостного обогрева снизу нержавеющей бака расположен радиатор, выполненный из нержавеющей труб прямоугольного сечения 40×20 мм. Для подвода и отвода теплоносителя в верхней части бака выведены патрубки с наружной резьбой G1/2". В качестве теплоносителя используются низкотемпературные жидкости, такие как теплолюкс-40 ТУ 2422-001-52631253-2006, тосол ОЖ-40 ТУ 2422-074-05015207-00; бытовой антифриз DIXIS TOP ТУ 2422-026-45160209-02. В качестве электрического обогрева в баке применяются четыре гибких ленточных нагревателя типа ЭНГЛ-1 ТУ 3442-025-034-81263-02, установленные снизу бака [1]. Теплоизоляцией служит пенополиуретан Уремикс-402.

Датчик температуры включает обогрев при понижении температуры внутри бака до плюс 3 °С и ниже. По достижении корпусом датчика температуры плюс 10 °С и выше обогрев отключается.



1 – кронштейн подвески, 2 – отсек с электрооборудованием, 3 – технический люк,
4 – сепаратор, 5 – патрубок откачки, 6 – патрубок вентиляции,
7 – патрубок подвода/отвода теплоносителя,

8 – патрубок подключения электрооборудования бака, 9 – отсек с электронагревателями

Рисунок 1 - Бак-накопитель BT2-03.00.00.000 ЭЧКТ

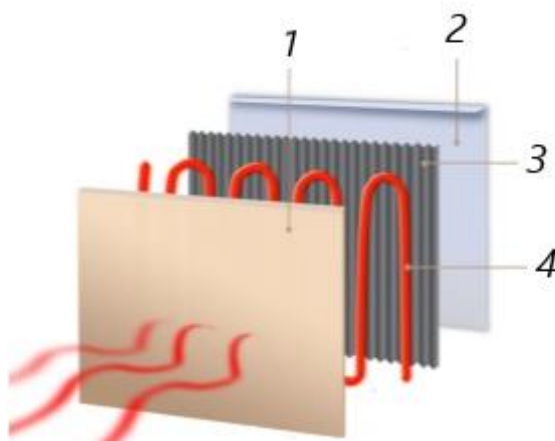
Нагревательные кабели ЭЧКТ питаются от бортовой электрической сети и в случае отключения вагона начинается процесс остывания бака-накопителя, а через два часа процесс промерзания.

Для обеспечения длительного охлаждения системы, безопасного режима работы и уменьшения массы накопительного бака, в соответствии с климатическим исполнением УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69 предлагаем использовать кварцевый обогреватель и хромо-никелевые нагревательные элементы, которые предназначены для эксплуатации в районах с резко-континентальным и умеренным климатом.

Конструкция обогревателя (рисунок 2) будет представлять из себя коробко-кожух бака, простенки которого будут заполнен составом из расплавленного кварцевого песка (с добавлением мраморной крошки) с терморегулятором и нагревательной нити в форме спирали.

Нагревательные элементы, изготовленные из кварца, получают ток из электросети и направляют его по этой спирали. Таким образом, она постепенно начинает нагреваться. Температурные показатели спирали при этом составляют около 95 градусов по Цельсию.

Принцип работы монолитного кварцевого обогрева заключается в преобразовании электрической энергии в тепловую с последующей ее аккумуляцией (эффект «горячего кирпича»).



1 – керамическая плита; 2 – металлический корпус; 3 – профилированный теплообменник; 4 – основной нагревательный элемент

Рисунок 2 - Конструкция обогревателя бака-накопителя ЭЧКТ

Устройство такого обогрева бака обладает довольно высоким показателем инертности, благодаря чему нагревательный элемент греется, и, соответственно, остывает продолжительное время. Таким образом, даже при отключении вагона из сети высокая температура будет сохраняться еще на протяжении 100 минут по всей поверхности бака. Такой агрегат полностью безопасен, исключая возгорания пыли, который может скапливаться на корпусе. Ресурс обогревательного устройства рассчитан на 25 лет [4].

По мнению автора, внедрение подобной системы обогрева бака-накопителя ЭЧКТ позволит не только адаптировать данную установку для эксплуатации в суровых климатических условиях Сибирского края, минимизировав промерзание системы в зимнее время, но и позволит рассмотреть вариант утилизации фекальных отходов находящихся в баке с помощью ЭМ-технологий, применение которых требуют заданных, постоянных высоких температур, что нельзя обеспечить с помощью существующей технологии обогрева.

Список использованных источников

1. Экологически чистый туалетный комплекс (ЭЧКТ) (Экотол-В) Руководство по техническому обслуживанию (ТО-1, ТО-2, ТО-3) 104.2.763-2009РЭ. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 17 декабря 2009 г. №2601р.

2. Мероприятия по обслуживанию санитарно-технических систем пассажирских вагонов в зимний период / О. С. Сачкова, О. В. Канунников, В. А. Аксельрод [и др.] // Перспективы науки. – 2018. – № 7(106). – С. 62-66. – EDN YLKZWP.

3. ОАО «Тверской вагоностроительный завод» [сайт производителя] – Режим доступа: <http://www.tvz.ru>.

4. ООО "ТД ТЕПЛЭКО"[сайт производителя] – Режим доступа: tepleko.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ

Н.В. Рыжук

*Старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС г. Красноярск*

Аннотация. В данной статье рассматриваются положительные тенденции на рынке контейнерных перевозок в условиях введенных санкций. Координация планов и перспективы развития российских и китайских железных дорог, где одним из результатов переориентации грузопотоков стало увеличение грузопотока в сторону Китайской Народной Республики.

Ключевые слова: Контейнерные перевозки, грузоотправитель, перевозчики, экономические санкции.

Современным экономичным способом транспортировки грузов, применяемым во всех видах сообщений, являются – контейнерные перевозки. (рис.1).

Использование контейнеров делает возможным эффективное взаимодействие различных видов транспорта, повышает сохранность перевозимых грузов при снижении требований к упаковке, упрощает составление грузовой документации, снижает затраты на страхование и сокращает потребности в крытых складах. [1]



Рисунок 1 – Контейнерные перевозки во всех видах сообщений

Перевозки в контейнерах позволяют выполнить доставку товаров с наименьшим объемом промежуточных погрузо-разгрузочных операций, что существенно удешевляет стоимость транспортировки.

В России взят курс на рост объема контейнерных перевозок, в частности за счет развития железнодорожной инфраструктуры транспортных коридоров Запад-Восток и Север-Юг, в том числе железнодорожных подходов к морским портам Дальнего Востока и Азово-Черноморского бассейна.

К сожалению, в последнее время на пути реализации намеченных планов встречается ряд серьезных проблем. [2]

После введения в 2022 году новых экономических санкций против России развитие перевозок грузов в контейнерах и транспортно-логистический рынок столкнулся с новыми угрозами. В I квартале 2022 г. отмечается снижение грузопотока в контейнерных перевозках в экспортном сообщении, главным образом в следствии падения объемов в направлении портов Северо-Запада. [3]

Реакция перевозчиков на новые вызовы обусловила переориентацию не только железнодорожных контейнерных перевозок, но и большей части всего российского грузопотока. [4]

В условиях введения санкций на сегодняшний день можно выделить положительные тенденции на рынке контейнерных перевозок. Отмечается существенное увеличение интереса со стороны грузоотправителей к сервисам в восточном направлении с участием ОАО «РЖД», портов Дальнего Востока и сухопутных погранпереходов с Китаем.

Одним из результатов переориентации грузопотоков стало увеличение на 40 % грузопотока в сторону Китайской Народной Республики.

В июне текущего года в формате видеоконференции состоялась встреча генерального директора – председателя правления ОАО «РЖД» О.В. Белозерова и председателя совета директоров государственной корпорации «Китайские железные дороги» Лу Дунфу. [4]

В ходе встречи глава холдинга «РЖД» подчеркнул, что слаженная работа российских и китайских железных дорог является одной из главных составляющих успешного развития торгово-экономических отношений России и Китая, а так-же евро-азиатских транспортных связей.

По мнению глав железнодорожных компаний, дальнейшему развитию таких связей будет способствовать повышение эффективности трансграничных перевозок, увеличение ежедневной передачи поездов. О.В. Белозеров отметил, что для компании развитие перевозок контейнерными поездами в сообщении Китай – Европа является одной из приоритетных задач.

Чтобы стимулировать развитие контейнерных перевозок в России в условиях санкционных вызовов предлагается:

- государственное стимулирование производства контейнеров российскими предприятиями;
- формирование сети сухих портов;

- создание единой системы мониторинга дислокации контейнеров на территории России;
- стимулирование перевозок по альтернативным маршрутам;
- формирование российского флота для обеспечения государственных интересов, продовольственной безопасности и технологических потребностей.

В связи с новыми экономическими угрозами, появившимися с введением санкций, реализация стратегических возможностей отрасли, поддержка растущего спроса на контейнерные грузоперевозки железнодорожным транспортом должны быть обеспечены не только инвестициями в инфраструктуру, подвижной состав и контейнерный парк, но и оптимизацией операционной деятельности, внедрением цифровых технологий, государственной поддержкой в части существующего законодательства. [5]

Список использованных источников

1. Рыжук, Н. В. Системы обеспечения безопасности на Российских железных дорогах / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 141-144.

2. Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н. В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28-30 октября 2021 года. – С. 164-169.

3. Рыжук, Н. В. Инновационные технологии идентификации на железнодорожном транспорте / Н. В. Рыжук, Д. В. Карпова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 137-141.

4. Развитие интермодальных перевозок в условиях импортозамещения / С. А. Виноградов, Н. Н. Кириллов, М. И. Мехедов [и др.]. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 7. - С. 17-21.

5. Михайлов, В. И. Системный подход к выбору мультимодальных маршрутов в пригородном пассажирском комплексе / В. И. Михайлов. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 8. - С. 28-33.

**МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ
В ПРИГОРОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ**

Н.В. Рыжук

*Ст. преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС г. Красноярск*

Аннотация. Транспортная стратегия Российской Федерации в качестве целевых задач развития пассажирского комплекса предусматривает повышение доступности транспортных услуг для граждан.

В данной статье рассматриваются ответственность за постановку и решение задач по развитию пригородного пассажирского комплекса во взаимодействии с федеральными органами государственной власти и органами государственной власти в субъектах Российской Федерации. Преимущества мультимодальных пассажирских перевозок в пригородном сообщении, основополагающие факторы, формирующие динамику и качество транспортного обслуживания населения Российской Федерации в пригородном сообщении.

Ключевые слова: Транспортная стратегия, мультимодальные перевозки, безопасность перевозок, долгосрочная программа, ТПУ, Краспригород, городская электричка, транспортная среда, агломерация.

Развитие мультимодальных перевозок и интеграция пригородного сообщения с городской транспортной средой агломераций является одной из ключевых задач, предусмотренных Долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года.[1]

Мультимодальные перевозки – это перевозки пассажиров, выполненные, по меньшей мере, двумя видами транспорта, где пригородная пассажирская компания является оператором поездки. [2]

Основными факторами, формирующими динамику и качество транспортного обслуживания населения в пригородном сообщении, являются:

- развитие маршрутной сети, предусматривающее подключение к транспортной инфраструктуре новых районов жилищной застройки;
- реализация комплекса мероприятий по совмещению графика движения электропоездов и автобусных перевозок с последующим формированием мультимодальных маршрутов по схеме «электропоезд плюс автобус» и создание транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) с возможностью оплаты проезда с помощью единого проездного документа или транспортной карты;
- масштабное развитие проекта «Городская электричка».

Секция «Эксплуатация железных дорог»

В настоящее время проект «Городская электричка» реализован в г. Красноярске. Перевозку пассажиров в пригородном сообщении железнодорожным транспортом осуществляет АО «Краспригород», который реализует мероприятия, направленные на увеличение доли железнодорожных перевозок на транспортном рынке и повышение качества обслуживания пассажиров в пригородном сообщении. [3]

При совершении поездок в отдаленные населенные пункты от Краевого центра, где отсутствует пригородное железнодорожное сообщение, компания «Краспригород» предоставляет возможность совершать комфортные пересадки из пригородных поездов в междугородные автобусы. Автостанции расположены в шаговой доступности от железнодорожных вокзалов. [4]

С сентября 2022 года АО «Краспригород» запустило мультимодальный маршрут (электropоезд + автобус) из Красноярска в Мариинск (Кемеровская область). Воспользоваться комбинированным маршрутом пассажиры смогут по пятницам (из Красноярска) и по воскресеньям в обратном направлении (из Мариинска) (рис.1).

Расписание электропоездов состыковано по времени с автобусами – пересадка производится на станции Боготол.

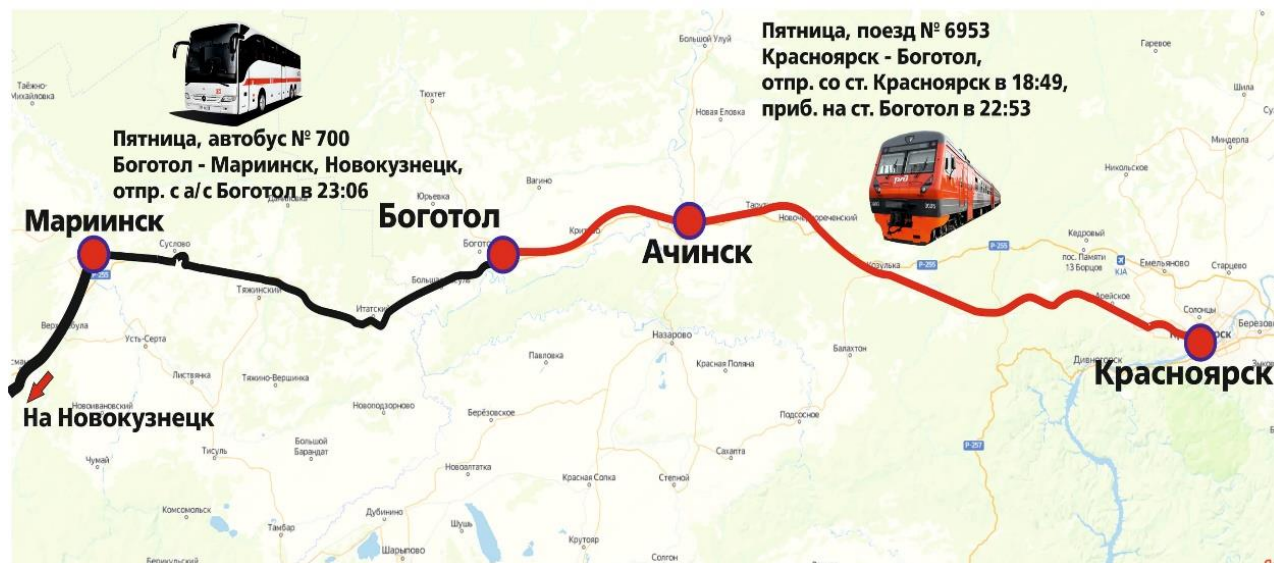


Рисунок 1 – Мультимодальный маршрут из Красноярска в Мариинск

В восточном направлении пассажирам предоставлена возможность добраться до пункта назначения ускоренным пригородным поездом № 6902 Красноярск – Иланская, отправлением со ст. Красноярск. С данного поезда пассажиры могут осуществить пересадку по станции Заозерная в автобусы, следующие до Зеленогорска, а по станции Канск-Енисейский в автобусы, следующие до Абана (рис.2).

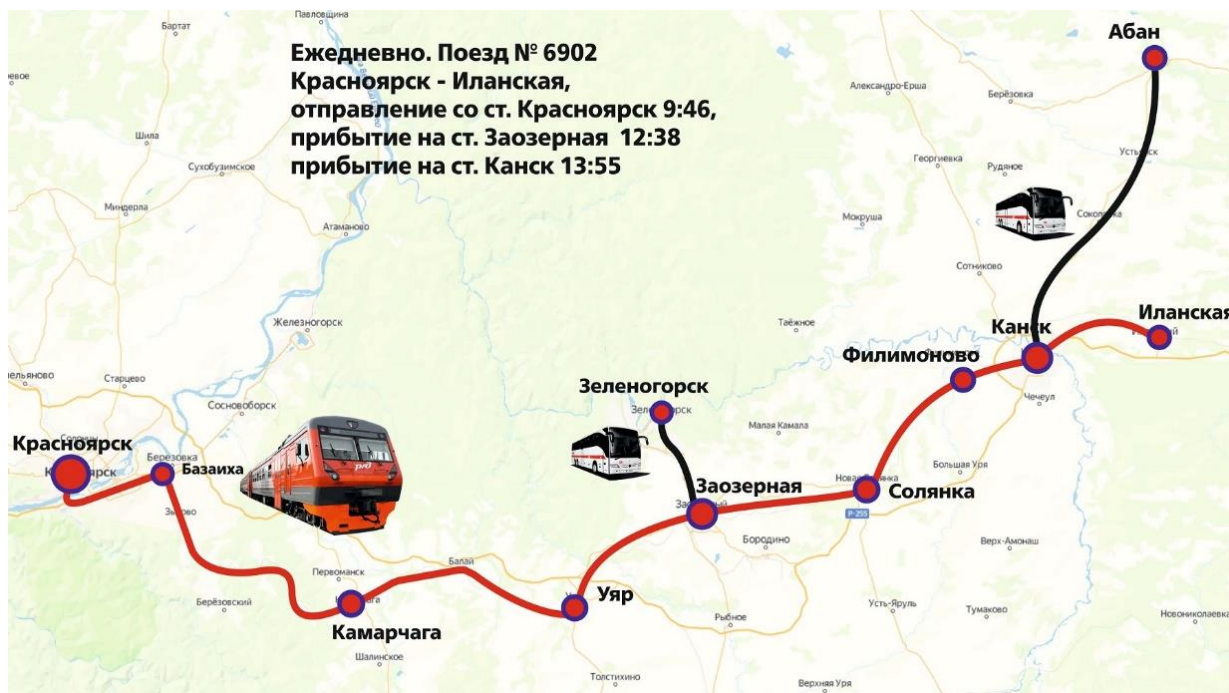


Рисунок 2 – Схема Восточного направления маршрута

Для удобства и экономии времени в пригородных железнодорожных билетных кассах станций Красноярск, Енисей, Путепровод, Бугач, Злобино, Базаиха, Ачинск-1 при оформлении билетов на пригородные поезда пассажиры могут приобрести билеты на междугородные автобусы.

В 2021 году завершилась реализация совместного мероприятия АО «Краспригород» и Сбербанк России, направленного на повышение качества обслуживания пассажиров. Непосредственно в пути следования стала возможной оплата по безналичному расчету по банковской карте с функцией отложенного платежа в условиях отсутствия стабильной интернет-связи. [5]

В целях достижения обеспечения доступности услуг пригородного железнодорожного транспорта в Красноярском крае для населения предоставляются субсидии перевозчикам в целях возмещения недополученных доходов, возникающих в связи с государственным регулированием тарифов, сборов и платы на перевозки пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования в пригородном сообщении из краевого бюджета при условии распространения на последующие годы применения льготного исключительного тарифа на услуги по использованию инфраструктуры. [6]

Преимущества мультимодальных пассажирских перевозок в пригородном сообщении, такие как единый проездной документ, гарантированность перевозки различными видами транспорта, обеспечение максимального удобства и комфорта, удобной стыковки между рейсами, сокращение времени в пути и числа пересадок, обеспечивают их высокую востребованность и значительный потенциальный рост. [7]

Список использованных источников

6. Рыжук, Н. В. Системы обеспечения безопасности на Российских железных дорогах / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 141-144.

7. Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н. В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28-30 октября 2021 года. – С. 164-169.

8. Рыжук, Н. В. Инновационные технологии идентификации на железнодорожном транспорте / Н. В. Рыжук, Д. В. Карпова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С.137-141.

9. Развитие интермодальных перевозок в условиях импортозамещения / С. А. Виноградов, Н. Н. Кириллов, М. И. Мехедов [и др.]. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 7. - С. 17-21.

10. Михайлов, В. И. Системный подход к выбору мультимодальных маршрутов в пригородном пассажирском комплексе / В. И. Михайлов. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 8. - С. 28-33.

11. Андреева Л. А. Конкурентный анализ транспортно-логистических компаний / Л. А. Андреева, Н. С. Самусев. - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 9. - С. 17-18.

12. Акционерное общество «Краспригород» : официальный сайт. - URL: <https://www.kraspg.ru>

УДК 656.223

ГРНТИ 73.29.61

ПРАВИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ОТВЕТСТВЕННОСТИ – ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ПРОСТОЯ ИНОСТРАННОГО ВАГОНА КОЛЕИ 1435 ММ НА СТАНЦИИ ЗАБАЙКАЛЬСК

Е.Н. Светлакова, А.А. Перевозчикова

*Забайкальский институт железнодорожного транспорта
г. Чита, Россия*

Аннотация. Пограничное расположение станции Забайкальск с Китайскими железными дорогами, а также тенденция к росту перевозок импортных грузов, выполнение задания Президента страны по увеличению перевозок грузов в контейнерах в 1,5 раза в ближайшей перспективе вызывает необходимость улучшения качественных и количественных показателей работы пограничной станции.

В статье приведен анализ простоя вагонов КНР выявлены причины превышения норм простоя и предложена новая система распределения зон ответственности, позволяющая стимулировать всех участников перевозочного процесса сокращать элементы простоя иностранного вагона в пределах своей зоны ответственности, что в целом позволит снизить данный простой и сократить убытки ОАО «РЖД» от штрафных санкций за превышение норм простоя.

Ключевые слова: расчлененный простой местного вагона, диаграмма Исикавы, пограничная станция.

Одним из основных элементов основного качественного показателя использования вагонного парка - оборота вагона является время простоя вагонов на станции. Особое внимание должно быть уделено простоям иностранных вагонов колеи 1435 мм, количество вагонов инодорог, переработанных по ст. Забайкальск в 2021 году увеличилось к 2020 году на 15%, такая тенденция продолжается и в 2-22 году. За превышение норм простоя иностранных вагонов ОАО «РЖД» несет убытки в швейцарских франках, поэтому очень важным является нахождение механизма воздействия на каждого участника перевозочного процесса, влияющего на величину простоя, позволяющего стимулировать сокращение этого простоя.

Расчлененный простой местного вагона и соответствующие нормы по станции Забайкальск Забайкальской железной дороги представлен на рисунке 1.

Суммарное плановое время простоя составляет 48 часов. Фактический простой местных вагонов КНР, прибывших в адрес МЧ – 5 представлен в таблице 1.

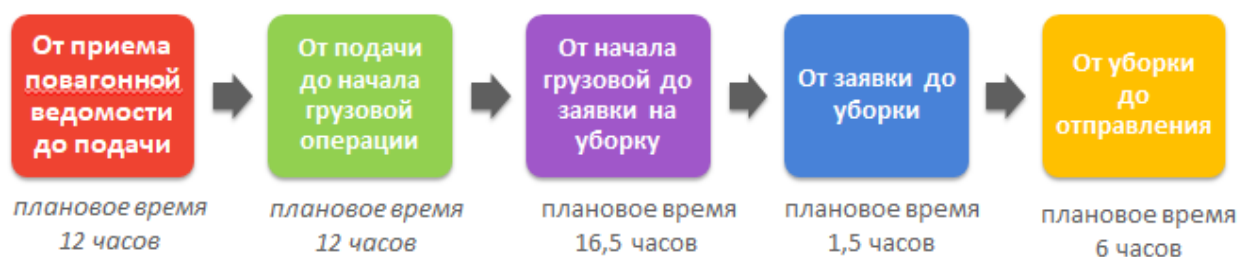


Рисунок 1 – Расчлененный простой местного вагона колеи 1435 на станции Забайкальск

Таблица 1 – Простой местных вагонов КНР, прибывающих в адрес МЧ – 5

Секция «Эксплуатация железных дорог»

Операции	План	Простой под операцией час/средний простой 1 вагона, час С 01.07.21 по 31.07.21	Простой местного вагона на ответственности ОАО «РЖД» с 16 по 22 февраля 2022 г.
От приема повагонной ведомости до подачи	12	39,7	29,4
От подачи до начала грузовой операции	12	25,5	46,3
От начала грузовой операции до заявки на уборку	16,5	17,5	
От заявки до уборки	1,5	1,1	
От уборки до отправления	6	8,5	3,7
Простой местного вагона колеи 1435 мм	48	92,3	79,4

Причины длительного простоя вагонов:

- увеличение объемов поездов с контейнерами, приоритет в подаче вагонов с контейнерами, чтобы избежать скопления вагонов с контейнерами в парке «Г»;
- вывод порожнего состава производится в ночное время после выгрузки всего фронта, порожние вагоны простаивают между вагонов с раскрепленными реквизитами крепления, недовыгруженными вагонами;
- ошибки в оформлении с документами (несоответствие номера вагона, контейнера, пломбы);
- отсутствие схем размещения груза в вагоне, сложные схемы крепления;
- хаотичная погрузка груза в вагон;
- несвоевременная подача порожнего подвижного состава;
- простой вагонов в ожидании импортного груза;
- неравномерный подвод порожних фитинговых, универсальных платформ, превышение парка порожних фитинговых платформ;
- ожидание увязки (МЧ-5), таможенного оформления.

Причины невыполнения простоя местного вагона на ответственности ОАО «РЖД»:

- простой вагонов, негодных под погрузку импортного груза, в ожидании подачи на пункт подготовки вагонов;
- простой вагонов в ожидании оформления заготовки клиентом;
- неточное информирование КЖД о наличии на станции и подходе, по роду подвижного состава, роду груза. Станция Забайкальск вынуждена оставлять вагоны под перегруз импортного груза, заявленного КЖД;
- неравномерный подвод порожних фитинговых, универсальных платформ, превышение парка порожних платформ;
- простой вагонов в ожидании импортного груза;
- простой вагонов в ожидании увязки (МЧ -5), таможенного оформления.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

Более продуктивно разбиение простоя местного вагона по элементам, связанным с распределением ответственности за превышение простоя вагона. Основная задача - выявить причины и найти ответственное лицо за превышенное время простоя местного вагона, рассмотреть и снизить ответственность ОАО «РЖД» методом разделения ответственности между другими участниками перевозочного процесса, разработать систему отслеживания вагонов на местах общего и необщего пользования без вмешательства человека.

К элементу «на ответственности ОАО «РЖД»» относится весь простой местных вагонов на путях общего пользования, за исключением времен нахождения на ответственности собственника и в отстое.

Для данного исследования были разработаны диаграммы Исикавы, с целью выявления причин длительного простоя при существующей системе разделения ответственности. Диаграмма приведена на рисунке 2.

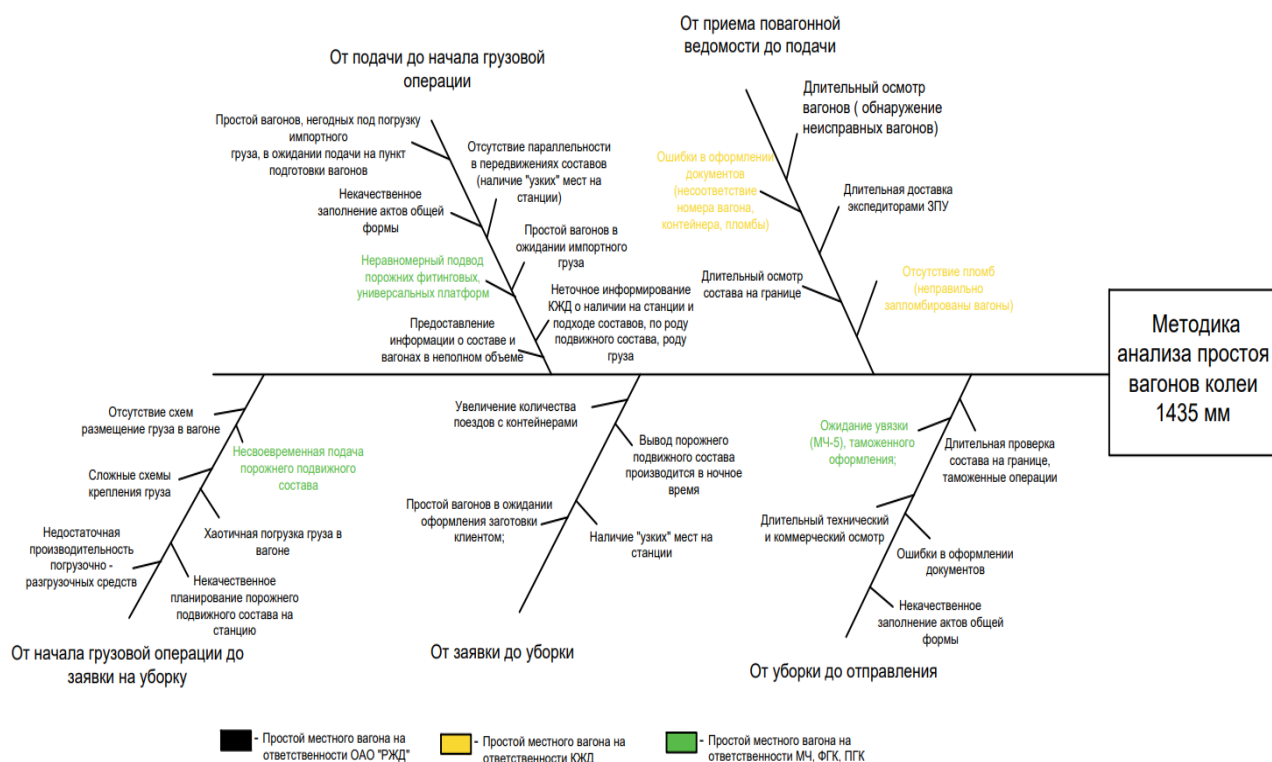


Рисунок 2 - Существующее распределение ответственности между участниками перевозочного процесса

Существующая система отслеживания времени нахождения вагонов под перегрузом и выявления ответственности на станции Забайкальск изображена на рисунке 3.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

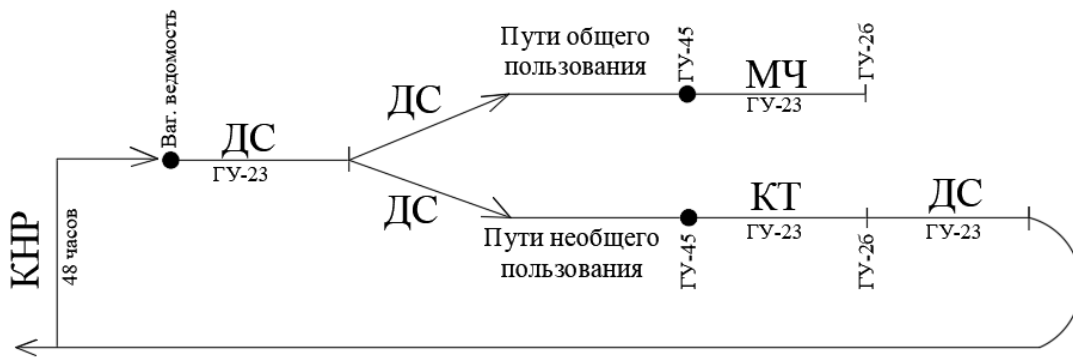


Рисунок 3– Существующая система отслеживания времени нахождения вагонов под перегрузом и выявления ответственности на станции Забайкальск

Более детальный анализ причин простоя вагонов показал, что часть ответственности, которая сегодня возложена на ОАО «РЖД» по факту таковой не является. Поэтому предлагаем новое распределение зон ответственности с привлечением грузоотправителей и грузополучателей, которая, на наш взгляд, более соответствует реалиям сегодняшнего перевозочного процесса. Диаграмма Исикавы с новыми зонами ответственности приведена на рисунке 4.

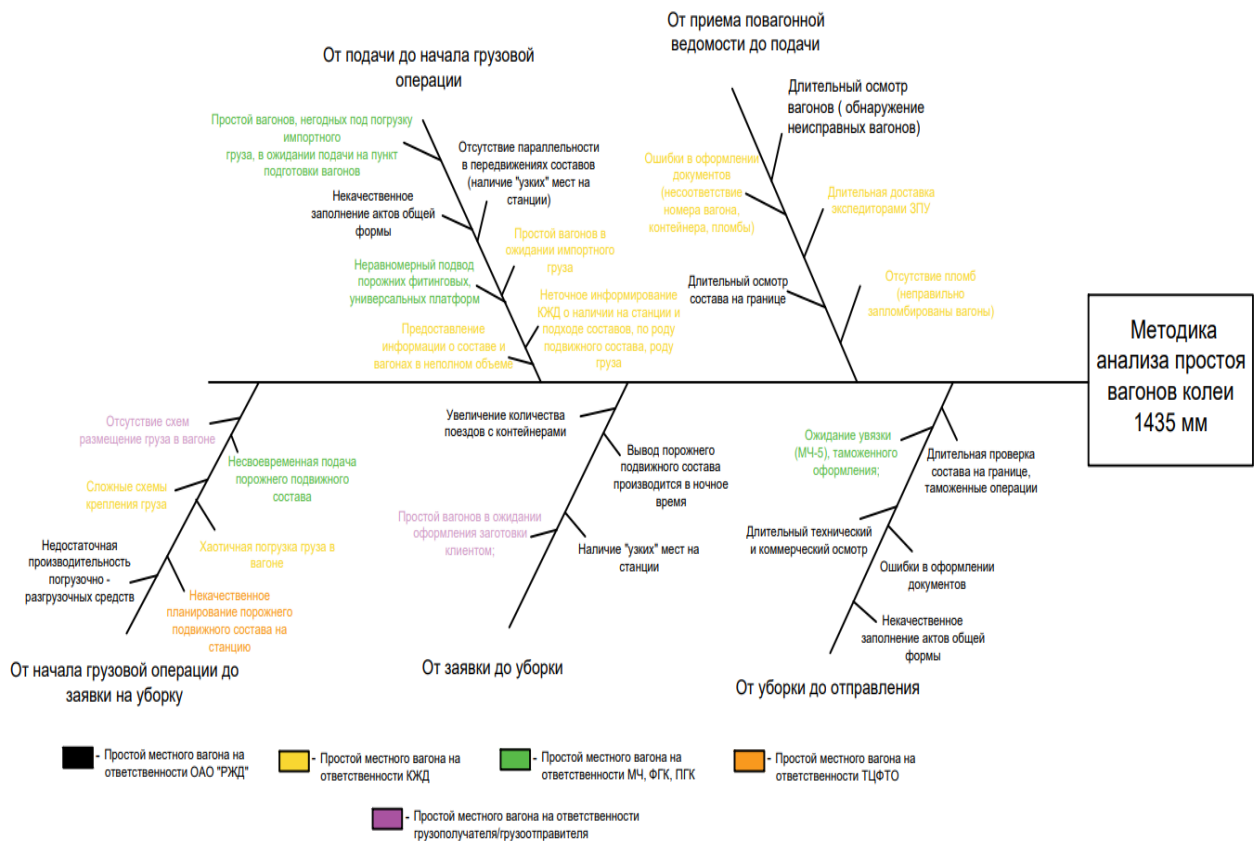


Рисунок 4 – Предлагаемое распределение ответственности между участниками перевозочного процесса

Таким образом, предлагаемое разделение зон ответственности позволит стимулировать всех участников перевозочного процесса работать оперативнее и тем самым стремиться к сокращению простоя местного иностранного вагона на

пограничной станции и сократить убытки ОАО «РЖД» от штрафных санкций за превышение норм.

Список использованных источников

1. Договор о «Правилах пользования грузовыми вагонами в международном сообщении» (ПГВ) с изменениями и дополнениями на 1 июля 2016 года.
2. Инструкция по ведению на станциях коммерческой отчетности при грузовых перевозках ОАО «РЖД», утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 01.03.2007г. №333р: ИПК «Забтранс», 2006г.
3. Технологический процесс работы станции Забайкальск, 2021г.
4. Федеральный закон от 10.01.2003 №17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» с изм. и доп., вступил в силу с 13.08.2015.

УДК

ГРНТИ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ФИДЕРОВ К/С 6 и 7 ЭЧЭ-9 СТАНЦИИ БУГАЧ

И.В. Мусеев

*Преподаватель 1 категории, Красноярский техникум железнодорожного транспорта
(КрИЖТ ИрГУПС) г. Красноярск*

А.Ю. Смахина

*13.02.07 Красноярский техникум железнодорожного транспорта
(КрИЖТ ИрГУПС) г. Красноярск*

Аннотация. Рассмотрен один из аспектов повышение надежности электроснабжения рассматриваемого участка, который принесет положительный эффект при питании локомотивного депо, перегона Енисей-Дивногорск, станции Дивногорск, а также ЭВРЗ и пункта подготовки пассажирских поездов.

Ключевые слова: *распределительный пункт, схема, секция, секционирование*

Надежность электроснабжения – это способность системы обеспечивать присоединенных к ней потребителей электрической энергией заданного качества в любой интервал времени. В устройствах тягового электроснабжения производится секционирование при обеспечении питания различных предприятий и устройств, а также дублирование питающих линий. Секционирование — это разделение контактной сети на отдельные секции, которые электрически не связаны друг с другом, но могут быть соединены

секционными разъединителями. Секционирование повышает надежность работы контактной сети, делает удобным ее обслуживание при эксплуатации. Любую секцию контактной сети возможно отключить для производства ремонтных работ без прекращения движения поездов на остальных секциях.

На крупных станциях главные пути обычно выделяют в отдельные секции, а остальные секционируют по паркам или подразделяют на группы. Это позволяет проводить работы на контактной сети со снятием напряжения, не прекращая поездной работы станции. Анализируя схему на рисунке 1, можно сказать, что существующая схема имеет свои недостатки, а конкретно – один фидер запитывает 4 здания локомотивного депо. Для устранения данного недостатка, можно установить распределительный пункт.

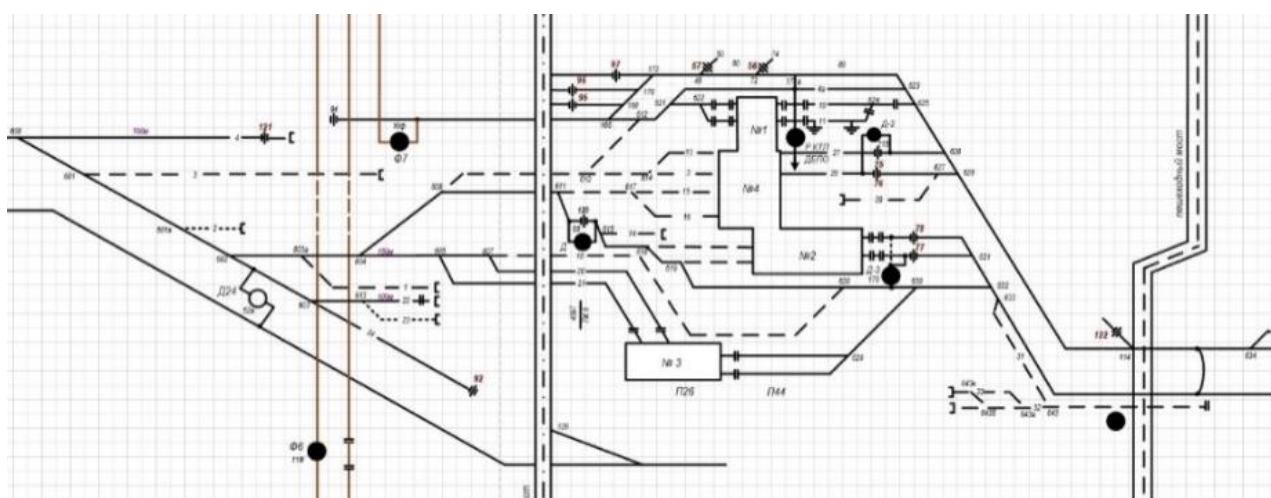


Рисунок 1 – Схема питания локомотивного депо

Распределительный пункт – это распределительное устройство, которое не входит в состав подстанции, но играет роль промежуточного звена. Распределительный пункт предназначен для приема и передачи электроэнергии без ее преобразования. На данный момент нам нужно запитать 6 потребителей. Одного РП категорически не хватит, поэтому возьмем два.

Это будет выглядеть примерно так. Выбранные нами РП имеют два ввода и четыре вывода.

Внедрим структурную схему в рабочую. РП1 и РП2 имеют двойное питание на случай аварий и ремонтов этих линий. С помощью линий, передающих электроэнергию мы запитаем 4 участка, каждый из которых относится к локомотивным депо. Остальные 2 линии, отходящие от РП1 уходят на ЭВРЗ и Дивногорск.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

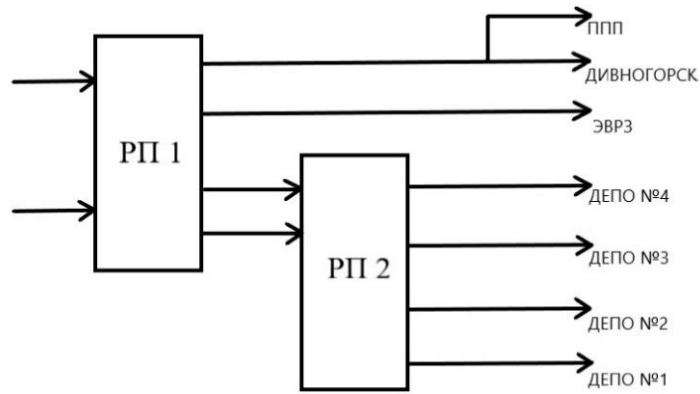


Рисунок 2 – Структурная схема питания через РП

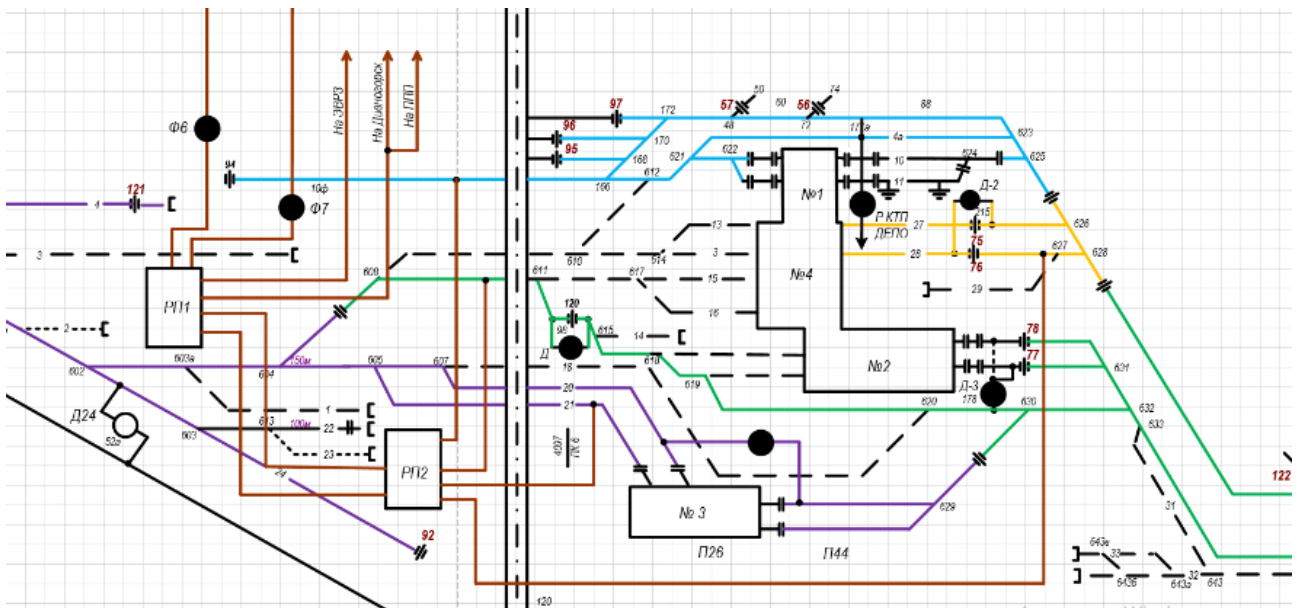


Рисунок 3 – Секционирование потребителей

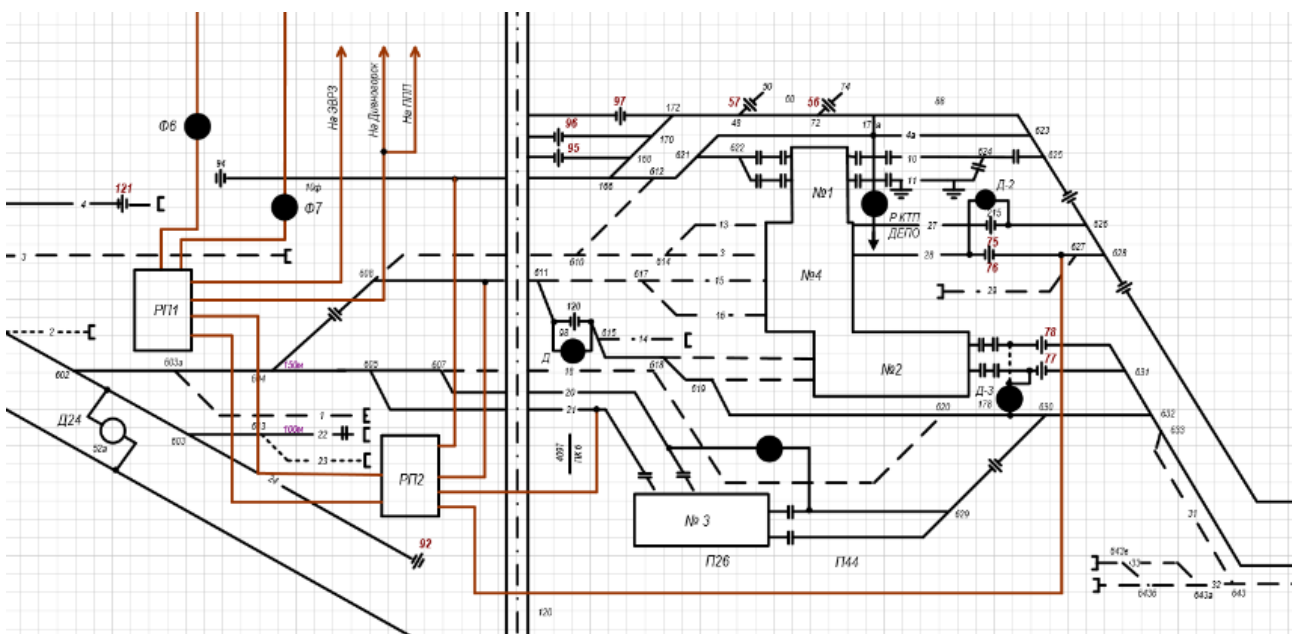


Рисунок 4 – Схема питания потребителей переделанная

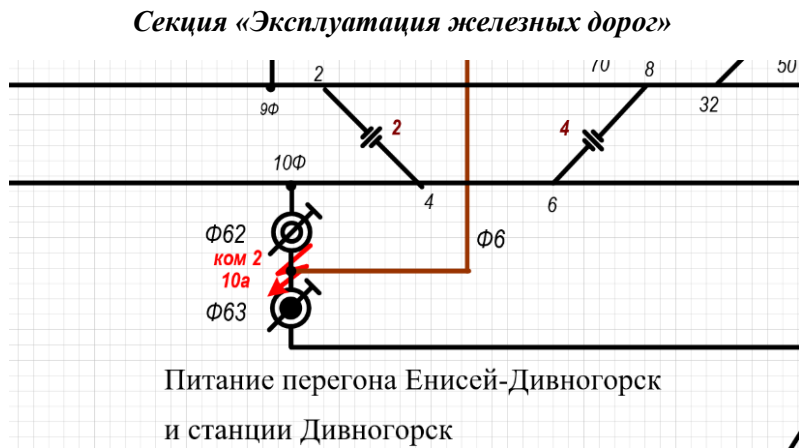


Рисунок 5 – Питание перегона Енисей-Дивногорск и станции Дивногорск

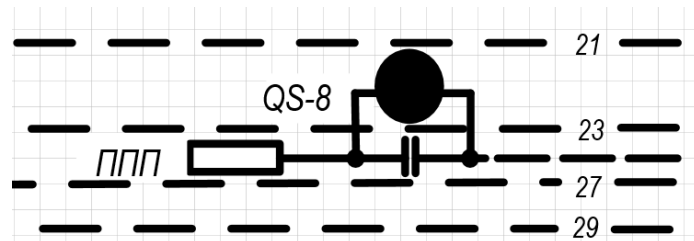


Рисунок 6 – Питание пункта подготовки поездов

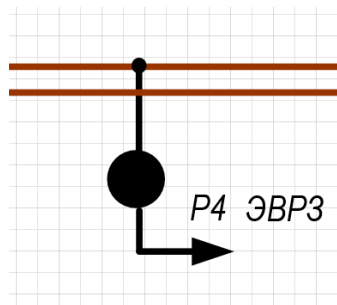


Рисунок 7 – Питание электровагоноремонтного завода

Такой схемой мы секционировали всех потребителей, для удобства питания их электроэнергией, для удобного вывода участка в ремонт.

Список использованных источников

1. Правила содержания контактной сети, питающих линий, отсасывающих линий, шунтирующих линий и линий электропередачи. (в ред. Распоряжений ОАО «РЖД» от 2 августа 2017 г. N 1540/р, от 16 апреля 2019 N 736/р) М.: ООО «Центр Инноваций и Развития «ТЕХИНФОРМ», 2019
2. Жмудь Д.Д. Устройство и техническое обслуживание контактной сети магистральных электрических железных дорог. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019.
3. Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог ОАО «РЖД». – Москва 2021.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание седьмое.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ВОЖДЕНИЯ
ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ В «ОДНО ЛИЦО»**

В.С. Томилов

*ведущий инженер регионального центра инновационного развития Красноярского
института железнодорожного транспорта, г. Красноярск*

Аннотация. Приоритетным показателем Дирекции тяги - филиала ОАО «РЖД», является производительность труда, которая определяется отношением выполненного объема работы к численности работников. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года, в свою очередь диктует повышение данного показателя. Одним из основных мероприятий для достижения поставленной задачи является перевод машинистов для работы в «одно лицо», однако для этого необходима подготовка нормативной базы, инструкций, где описан порядок действий машиниста, работающего в «одно лицо» при возникновении нештатных ситуаций.

Ключевые слова: производительность труда, машинист, блок-схема, алгоритм действий, нештатная ситуация

Для достижения поставленной задачи, а именно – повышения производительности труда локомотивных бригад в грузовом движении необходимо увеличить объем перевозочной работы, либо уменьшить контингент. В свою очередь, для обеспечения текущего показателя объема перевозочной работы меньшим контингентом, единственным возможным вариантом является перевод машинистов грузового движения на работу в «одно лицо» [1, 2].

Необходимость и целесообразность такой организации работы машинистов подкрепляется положительным опытом железных дорог бывшего СССР и Российской Федерации. Такой способ организации перевозочного процесса уже доказал свою эффективность на Московской, Октябрьской и Восточно-Сибирской железной дороге [2].

На сегодняшний день управление в «одно лицо» применяется во всех видах движения, помимо грузового. Однако, наибольший эффект и потенциал роста производительности труда локомотивных бригад находится именно в грузовом движении [2].

В свою очередь организация работы машинистов в «одно лицо» в грузовом движении имеет ряд проблем, связанных с действием машиниста в нестандартных ситуациях. Такие проблемы являются основным ограничением в организации вождения поездов в «одно лицо».

Секция «Эксплуатация железных дорог»

В настоящее время практику вождения поездов одним машинистом применяют на ряде железных дорог России. Уже не первый год в маневровой работе, пассажирском движении применяется обслуживание локомотива машинистом в «одно лицо». На рисунке 1 показан план перевода машинистов грузового движения, для работы в «одно лицо» [2, 3].

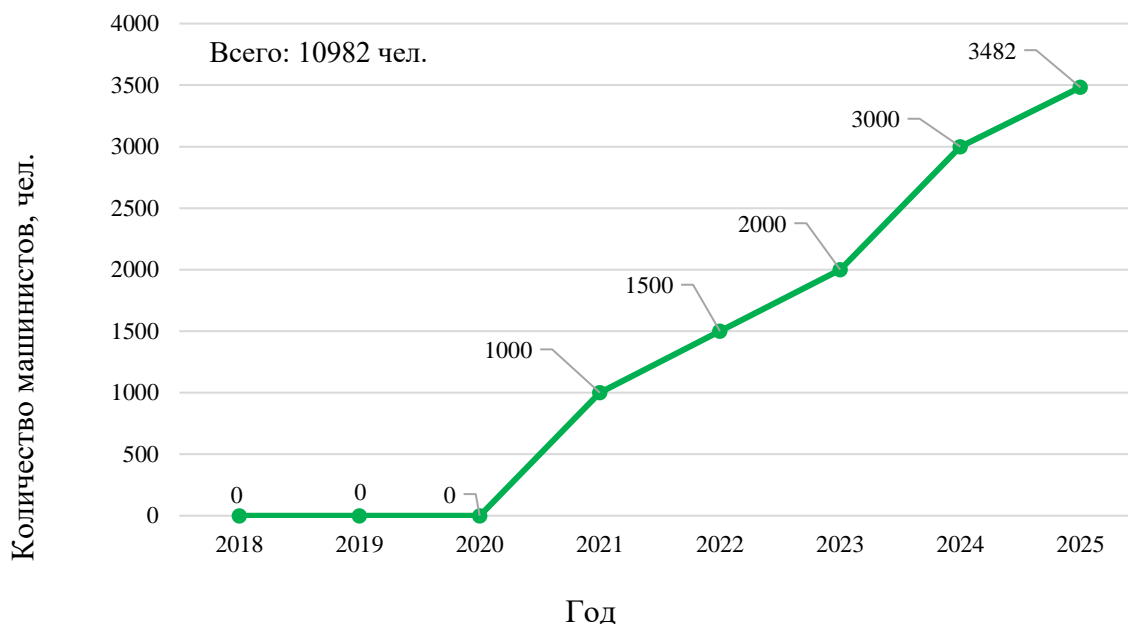


Рисунок 1 – План перевода машинистов грузового движения для работы в «одно лицо»

На рисунке 2 показано количество машинистов, работающих в «одно лицо» по видам движения [2].

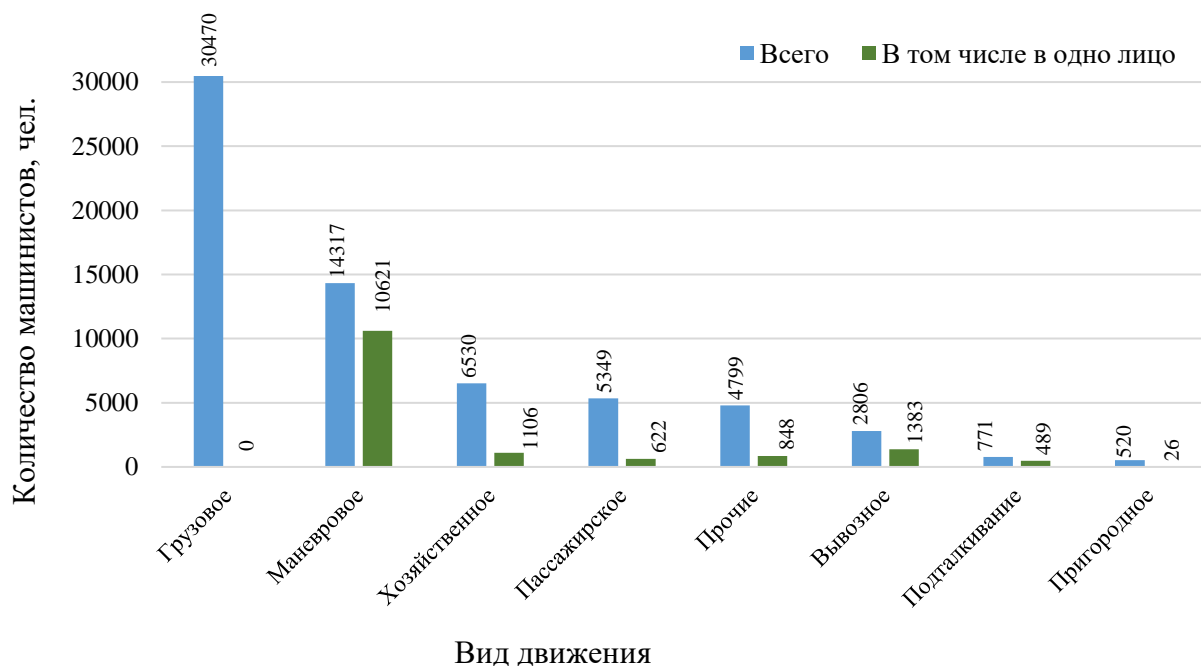


Рисунок 2 – Количество машинистов, работающих в «одно лицо» по видам движения по данным за 2018 год по всей сети железных дорог

Актуальность темы подчеркивается заявлением Дирекции тяги ОАО «РЖД», а именно:

- не во всех документах, регламентирующих работу железнодорожного транспорта, предусмотрены все необходимые нюансы вождения грузовых поездов в «одно лицо»;

- имеется необходимость подготовки нормативной базы;

- необходимы четкие правила и указания, что делать машинисту в нестандартной ситуации.

Благоприятное воздействие на реализацию работы машиниста без помощника оказывает применение современных локомотивов с системой автоведения, применение микропроцессорной диагностики узлов с функцией подсказки машинисту, которые значительно упрощают процесс вождения грузовых поездов, однако, необходимо уделить особое внимание обучению машиниста действию в нестандартных ситуациях, возникающих в процессе вождения поездов. [2].

Многолетняя практика показывает, что изучение материалов по блок-схемам происходит эффективнее, чем по учебнику либо конспекту, так как при представлении информации в графическом виде она воспринимается и запоминается быстрее.

Предлагаемый способ систематизации алгоритма действий машиниста, при работе в «одно лицо» предлагается исполнять в виде карманного пособия, для использования их машинистами при осуществлении перевозочного процесса. В связи с этим были разработаны алгоритмы действия машиниста в нестандартных ситуациях, адаптированных под работу в «одно лицо». Блок-схемы разработаны в соответствии с инструкцией по организации вождения поездов и выполнению маневровой работы машинистами без помощников машиниста в грузовом движении на Восточно-Сибирской железной дороге.

Основной проблемой при возникновении нестандартной ситуации является процесс ухода машиниста из кабины управления, алгоритм действий при покидании кабины управления, выполненный в виде блок-схем, представлен на рисунке 3.

Секция «Эксплуатация железных дорог»

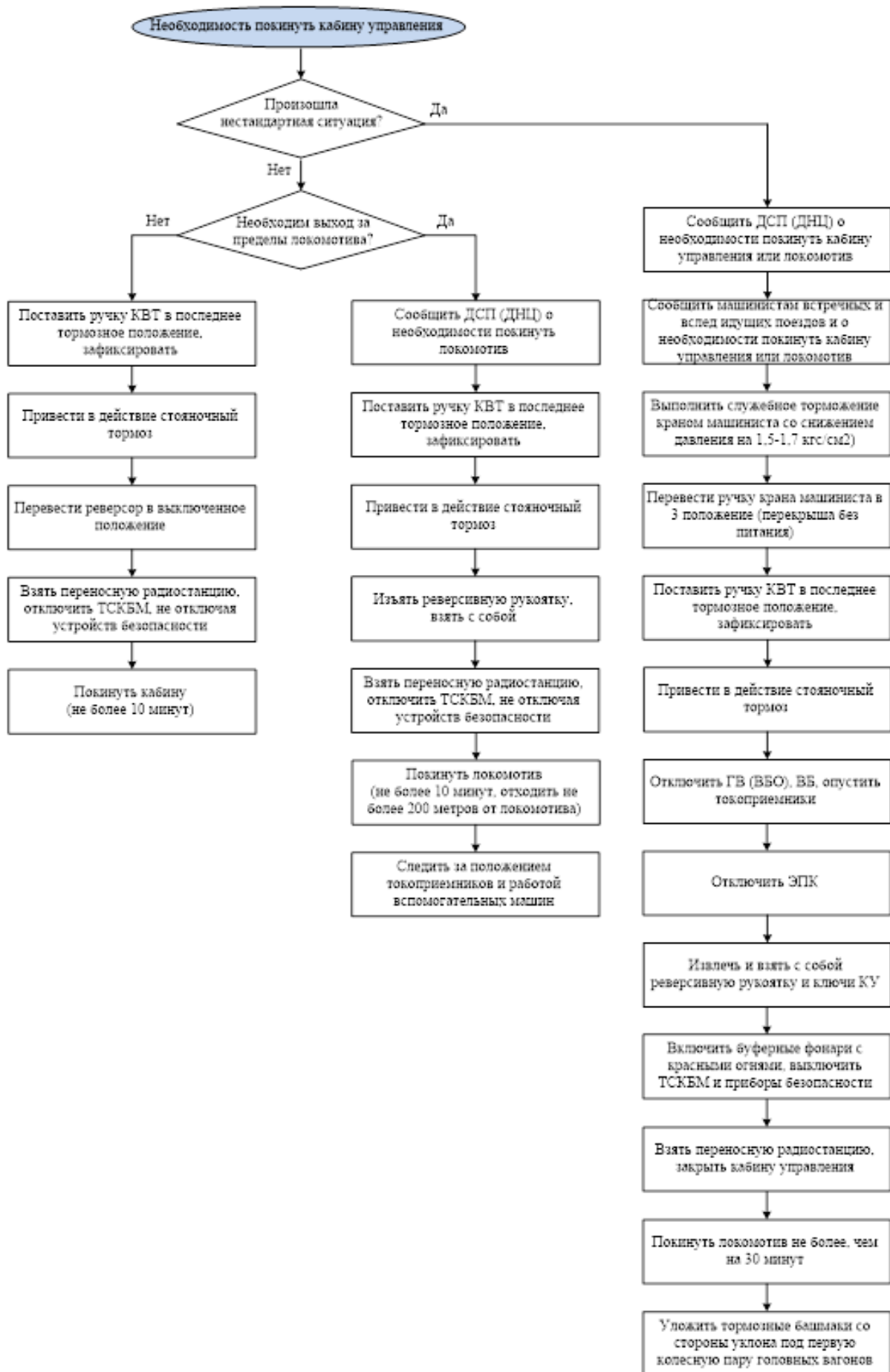


Рисунок 3 – Алгоритм действий машиниста, работающего в «одно лицо», при необходимости покинуть кабину управления

Пример алгоритма действия машиниста, работающего без помощника, при вынужденной остановке поезда показан на рисунке 4.

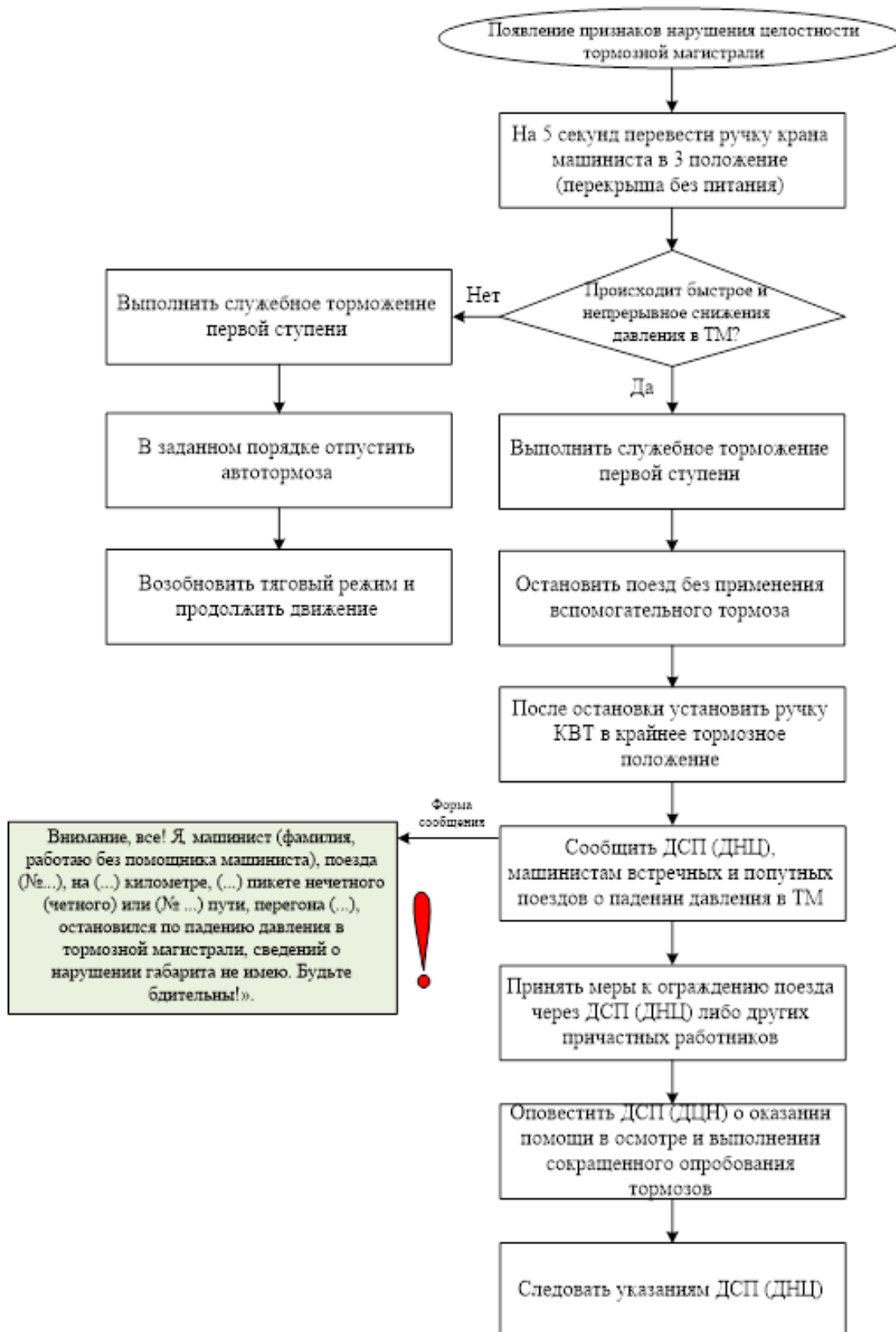


Рисунок 4 – Алгоритм действий машиниста, работающего в «одно лицо», при появлении признаков нарушения тормозной магистрали

Упорядоченная информация гораздо проще запоминается, чем разбросанная в инструкциях на разные кусочки. В свою очередь понимание информации позволяет лучше ориентироваться при возникновении определенной ситуации. Чтобы лучше понимать предоставленную информацию, она была представлена в виде различных схем, систем.

Известно, что при обслуживании локомотива одним машинистом увеличивается психологическая и физическая нагрузка на самого машиниста. В таком случае не стоит исключать тот факт, что при возникновении нестандартной ситуации машинист может потерять бдительность и самоконтроль, особенно в первое время работы в «одно лицо», в таком случае данные блок-схемы помогут своевременно предпринять правильные действия для ликвидации данной ситуации.

Список использованных источников

1. Распоряжение от 19.03.2019 г. №466р «Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года».
2. Димитрюха, В.В. Вождение грузовых поездов «в одно лицо»: перспективы и проблемы/ В.В. Димитрюха // Курсом инновационного развития. 2018. № 9. С. 5-7.
3. Каюнова, Э.Д. «Одиноких» машинистов станет больше /Э.Д. Каюнова // Железнодорожник. 2018. № 5. С. 22-25.

УДК 656.222

ГРНТИ 73.29.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭТАПНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ УЧАСТКА

М.В. Фуфачева

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Аннотация. В статье рассматривается метод динамического программирования для определения оптимальной схемы этапной реконструкции промежуточных станций железнодорожного участка для соотношения скорости хода пассажирского поезда и скорости хода грузового поезда 0,6 на примере участка Красноярской ж.д. Для построения схемы эффективной этапности реконструкции станций в течение расчетного периода необходимо ежегодные строительные и эксплуатационные затраты на реконструкцию и дальнейшее содержание дополнительных устройств.

Ключевые слова: капитальные расходы, промежуточные станции, железнодорожный участок, этапность реконструкции, динамическое программирование, соотношении скоростей, коэффициент приведения.

Увеличение пропускной и провозной способности участка связано с большими затратами и требует использование таких мер и последовательности их осуществления, которые обеспечили бы освоение заданных объемов работы с минимальной суммой приведенных расходов на реконструкцию участка и его эксплуатацию в течение расчетного периода.

Для установления оптимальной этапности реконструкции станций участка в течение расчетного периода определяются ежегодные приведенные строительные и эксплуатационные расходы при переходе от одного года расчетного периода к следующему.

В расчете капитальных расходов использованы укрупненные расходные ставки 2015 г. Учитывая инфляцию необходимо полученные данные откорректировать на величину коэффициента, который в 2022 году принимается равным 2,18. Таким образом

$$\sum K = 10,7 \cdot 2,18 = 23,33 \text{ млн. руб.}$$

Учитывая, что на промежуточной станции удлиняется не менее 2-х путей, то размер капитальных вложений на реконструкцию составит

$$\sum K = 23,33 \cdot 2 = 46,65 \text{ млн. руб.}$$

В общем виде годовые эксплуатационные расходы на содержание дополнительной емкости путей рассчитываются по формуле

$$\sum \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{пу}} + \mathcal{E}_{\text{задерж.}}, \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_{\text{пу}} = \mathcal{E}_{\text{стр.пер.}} + \mathcal{E}_{\text{путь}} + \mathcal{E}_{\text{каб.}} + \mathcal{E}_{\text{св.}} \quad (2)$$

Задержки поездов определяются по уравнению регрессии для продолжительности задержек на участке при пропуске длинносоставных поездов

$$y_2 = 21,318 + 9,648 \cdot x_1 - 11,661 \cdot x_2 + 5,436 \cdot x_3 - 5,806 \cdot x_1 x_2 + 2,053 \cdot x_1 x_3 - 2,731 \cdot x_2 x_3 - 0,669 \cdot x_1 x_2 x_3, \quad (3)$$

где x_1 – нормированное значение средней длины перегона;

x_2 – соотношение скоростей хода пассажирских и грузовых поездов;

x_3 – величина поездопотока грузовых поездов.

Общие годовые эксплуатационные расходы и капитальные затраты при данном варианте реконструкции станций и рассматриваемых размерах работы должны приниматься с учетом коэффициента приведения η_p , значения которого принимаются в зависимости от этапа реконструкции. Согласно [1] коэффициент η_p можно принять для года: 1-го – 0,926; 2-го – 0,857; 3-го – 0,794; 5-го – 0,680; 6-го – 0,630; 7-го – 0,584.

Выбор наилучшего варианта схемы этапной реконструкции участка для освоения заданного объема работы в течение расчетного периода с определением оптимальных сроков ввода этапов надо осуществлять с использованием динамического программирования [2]. Данный метод обеспечивает получение варианта реконструкционных мероприятий с минимальной суммой приведенных строительных и эксплуатационных расходов и позволяющего учесть характер большинства переменных и имеющиеся ограничения, такие как длина перегонов между промежуточными станциями, количество станций на участке и т.д.

В задачах, решаемых методом динамического программирования, процесс разбивается на шаги – в данном случае шагом целесообразно считать временной период, т.е. один год.

Для выяснения основных тенденций этапности реконструкции участка, где предусмотрено обращение длинносоставных грузовых поездов, в качестве примера взят двухпутный участок Красноярской ж.д. Мариинск – Боготол. Общая длина участка 135 км, на участке 7 промежуточных станций.

Для определения оптимальной схемы этапности реконструкции станций участка в течение расчетного периода T строится график возможных переходов от одного варианта реконструкции к другому. На рис. 1 представлен график в зависимости от соотношения скорости хода пассажирского поезда и скорости хода грузового поезда. При построении графика не должны рассматриваться логически недопустимые переходы, например, от варианта с удлинением двух промежуточной станции к варианту с одной станцией.

На графике на горизонтальных и наклонных линиях проставляют в соответствующие годы расчетного периода приведенные расходы Π .

В нижней части графика указывают величины коэффициентов приведения η_p .

Наилучшая схема этапности реконструкционных мероприятий с определением оптимальных сроков ввода этапов устанавливается по графику «время-состояние» рассмотрением всех возможных вариантов перехода от одного технического состояния участка к другому, с использованием принципа оптимальности Беллмана. Сущность этого принципа сводится к тому, что каким бы путем система не пришла в данное состояние, дальнейшее ее движение должно быть оптимальным.

В рассматриваемой задаче поиск оптимального управления осуществляется в естественном направлении от начального года расчетного периода к конечному.

С использованием принципа оптимальности Беллмана для всех возможных вариантов рассчитывается сумма приведенных затрат последовательно для первого, второго, третьего... и последнего седьмого года расчетного периода. Из рис. 1, например, видно, что переход в узел 0-1 (без реконструкции промежуточных станций участка в 1-м году расчетного периода) возможен только из узла 0-0 и приведенная стоимость перехода составляет 83,0 млн. руб.; этот переход (по горизонтали), не соответствует локальному оптимуму. Таким локальным оптимумом является переход в узел 1-1, приведенные расходы составляют 63,7 млн. руб. и обозначен на графике пунктирной линией. Сумма затрат от начала координат ($t = 0$) до узла 1-1 также равна 63,7 млн. руб. и проставляется в кружке, соответствующем этому узлу 1-1.

В узел 1-2 можно попасть двумя путями: из узла 1-1 с суммарной затратай $63,7+39,4=103,1$ млн. руб. и из узла 0-1 с суммарной затратай $83,0+63,0=146,0$ млн. руб. Следовательно, оптимальным является первый путь (по горизонтали), который обозначен на графике штрихпунктирной линией; в кружок, соответствующий узлу 1-2, проставляется сумма 103,1 млн. руб.

Аналогично просчитываются все узлы последовательно за первый, второй, третий и т.д. годы вплоть до последнего 7-го года. Минимальная сумма приведенных расходов в конце расчетного периода составляет 221,1 млн. руб.

Чтобы установить оптимальный вариант схемы этапного развития участка, надо от узла 4-7 двигаться в направлении к начальному году только по тем линиям, которые ранее были отмечены пунктирной, что соответствует минимальным значениям промежуточных критериев на каждом шаге. Получаемая таким образом оптимальная схема этапного развития рассматриваемого участка отмечена на графиках жирной линией и требует: в течение 1-го года произвести реконструктивные мероприятия по удлинению приемоотправочных путей на 4-х промежуточных станциях участка и с этим оснащением работать до конца расчетного периода.

Необходимо подчеркнуть, что любая другая этапность (отличная от оптимальной) не будет иметь меньшую сумму приведенных расходов.

Схему оптимальной этапности можно выбрать при различных переменных технологии работы участка, например, на участке промежуточная станция с удлиненными путями, при различных соотношениях скоростей хода грузовых и пассажирских поездов, колебаниях количества длинносоставных грузовых поездов, пропускаемых по участку, в течение расчетного периода, величины «шага» удлинения путей и т.д.

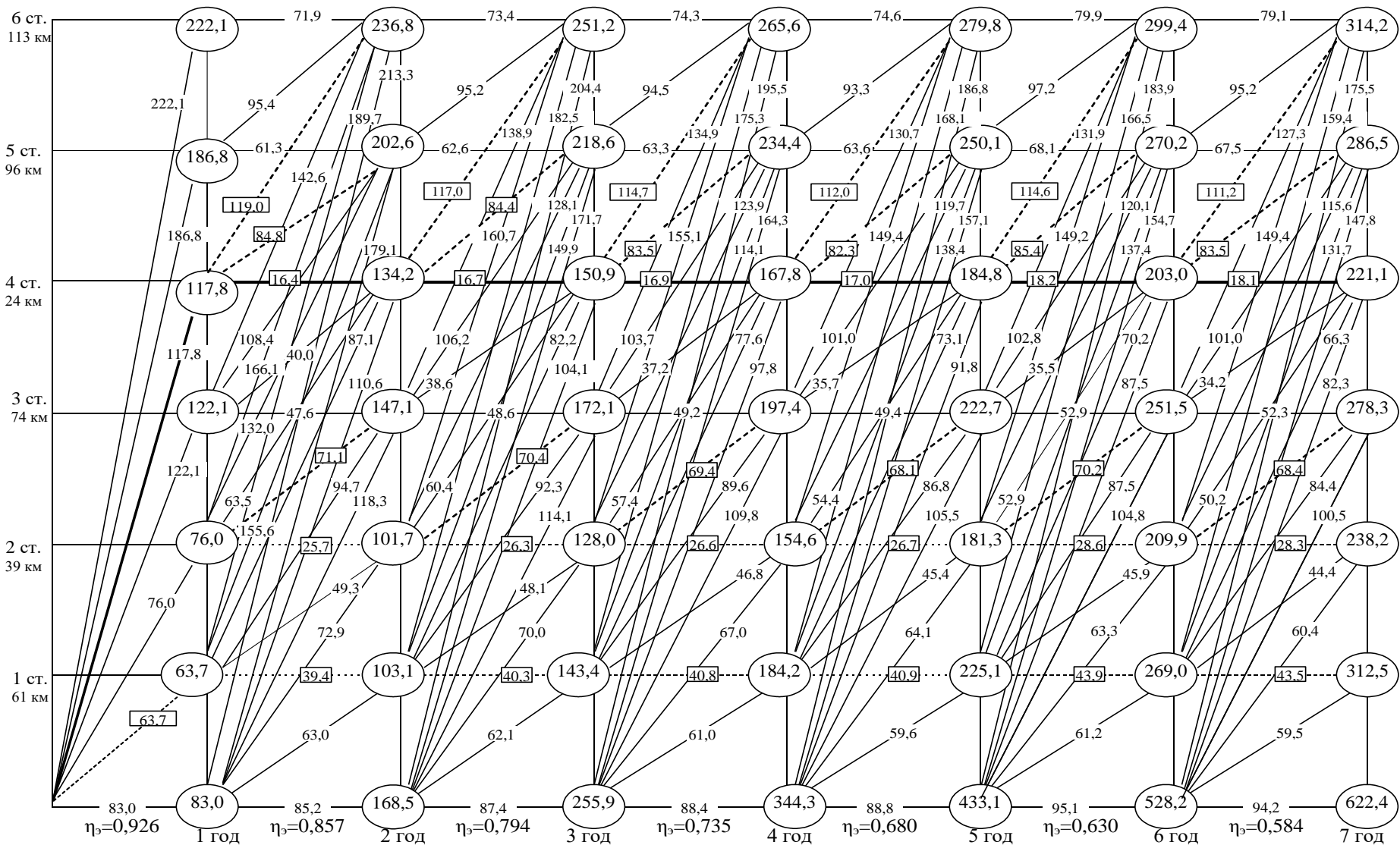


Рисунок 1 – Схема этапного развития участка в течение расчетного периода при соотношении скоростей 0,6

После проведенных расчетов был определен оптимальный вариант этапности реконструкции промежуточных станций участка по удлинению приемоотправочных путей, в зависимости от соотношения скорости хода грузовых и пассажирских поездов. При сокращении длины перегона, где невозможно выполнить обгон со 113 км до 61 км задержки уменьшаются на 55%. В первую очередь необходимо удлинять станции, расположенные на середине участка. Экономический эффект от удлинения путей на промежуточных станциях участка составляет 357,2 млн. рублей. Отступление от вышеприведенной рекомендации может быть обусловлено значительными затратами на реконструкцию по местным условиям (здания, искусственные сооружения и т.д.).

Список используемых источников

1. Архангельский Е.В. Этапное развитие сортировочных станций и планирование потребных для этого капитальных вложений : метод. указания. Москва: МИИТ, 1989. – 43 с.
2. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. Москва: Наука, 1965. – 458 с.

УДК 629.064:5

ГРНТИ 44.29.37

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЦБ зоны ЭЧЭ-9 – ЭЧЭ -36 ГЛАВНЫЙ ХОД

В. В. Целитан

13.02.07, Красноярский техникум железнодорожного транспорта (КрИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС) г. Красноярск

И.В. Мусеев

Преподаватель 1 категории, Красноярский техникум железнодорожного транспорта (КрИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС) г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос о переводе питания СЦБ с 6 кВ на 10 кВ. Проведён анализ схемы подстанции ЭЧЭ 36 и ЭЧЭ 9 с последующим рассмотрением элементов схемы, питающих СЦБ и предложенного варианта их замене.

Ключевые слова: СЦБ, трансформатор напряжение, силовой трансформатор, переоборудование, кабельные линии.

Схема питания СЦБ 6 кВ ст. Бугач

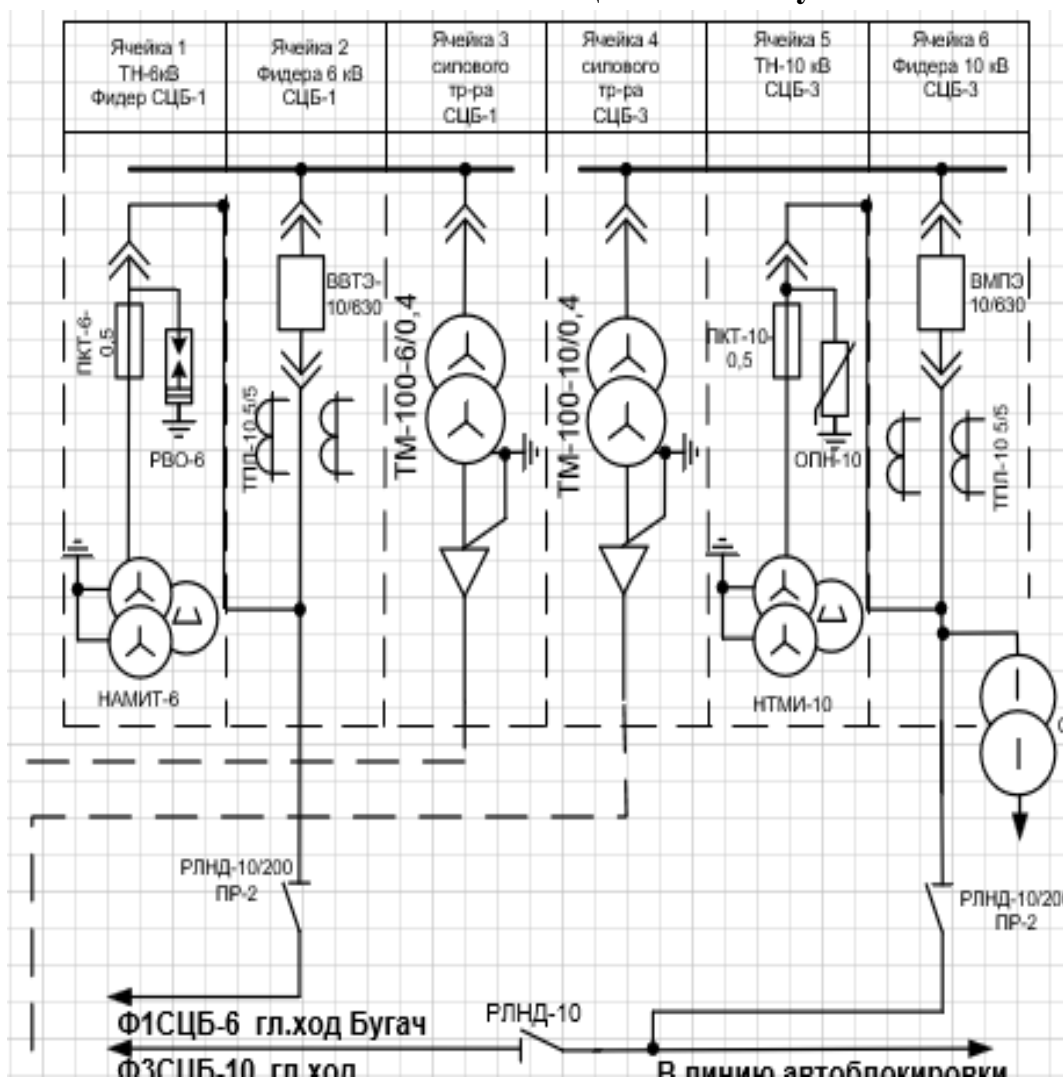


Рисунок 1- Принципиальная схема питания СЦБ

Проанализировав схему ЭЧЭ 36 , можно сказать, что питание устройств СЦБ на 6 кВ на ст. Бугач осуществляется через КРУН и силовой трансформатор ТМ-100-6/0,4 предназначенный для питания СЦБ.

Питание КРУН осуществляется через трансформаторы собственных нужд ТМЖ-400 27,5/0,4.

Разобрав однолинейную схему ЭЧЭ 9 , питание СЦБ на 6 кВ в сторону ст. Бугач осуществляется через Силовой трансформатор ТСЦБ 1-6 предназначенный для СЦБ.

Работа по переводу сети с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ, как правило, рассчитана на несколько лет и включает в себя следующие этапы: инженерное обеспечение; подготовительные работы; непосредственный перевод сети с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ; начальный период эксплуатации сети, переведённой на напряжение 10 кВ.

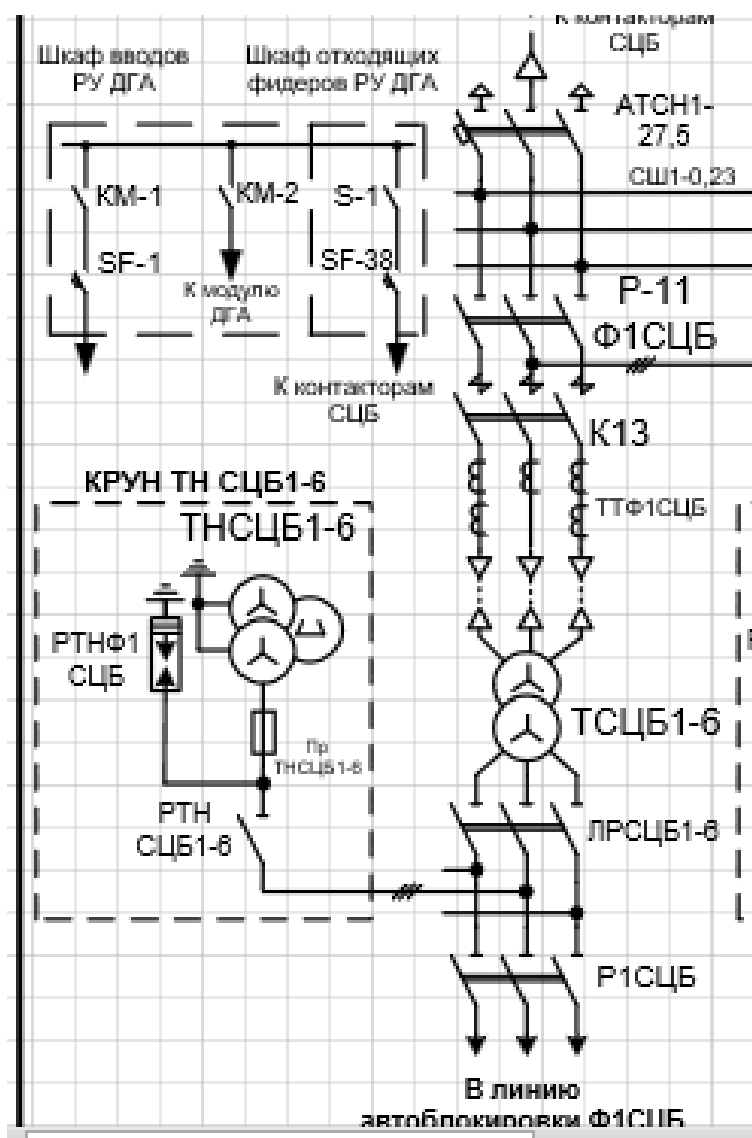


Рисунок 2- Принципиальная схема питания СЦБ на ЭЧЭ 9

Инженерное обеспечение работ включает в себя: определение границ и схем переводимого участка сети; составление списка кабелей, воздушных линий и так далее, с указанием их характеристик; уточнение количества и типа установленной кабельной арматуры; изучение технического состояния линий; определение объема и стоимости работ; составление графика последовательности перевода сети на напряжение 10 кВ; выдача технических условий на подключение новых потребителей к сети с учетом ее перевода на напряжение 10 кВ.

Подготовительные работы включают: обеспечение необходимого запаса новых силовых трансформаторов с более высоким напряжением 10 кВ замена кабельных линий напряжением 6 кВ на линии 10 кВ проверка воздушных линий и оборудования ТП; тестирование за год до передачи и непосредственно перед переводом кабелей напряжением проверку и приведение в соответствие с напряжением 10 кВ расстояний изоляции от токоведущих частей до заземленных

конструкций и частей зданий, между проводниками разных фаз, а также от токоведущих частей до сплошных и сетчатых ограждений.

Непосредственный перевод сети с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ, произведенный для обеспечения напряжения 10 кВ на шинах энергоцентра, заключается в следующем: трансформаторы 6 кВ, установленные в ТП, заменяются трансформаторами 10 кВ; предохранители и разрядники в ТП заменяются заменены, а также трансформаторы напряжения в энергоцентре 10 кВ.

Разбирая исходные схемы, а также проведя их технический анализ, можно предложить следующее необходимое оборудование для замены:

- Трансформаторы тока (ТОЛ-10)
- Трансформаторы напряжения (НАМИТ-10)
- Разрядники -заменяем на рво-10
- Выключатели (ВР-10)
- Разъединители (РЛНД-6)
- Силовые трансформаторы (ТМЖ-1000/27,5/10,5/У/Д-11)

Примерное расположение и компоновку предлагаемого оборудования для схемы питания можно увидеть на рисунке 3, рисунке 4.

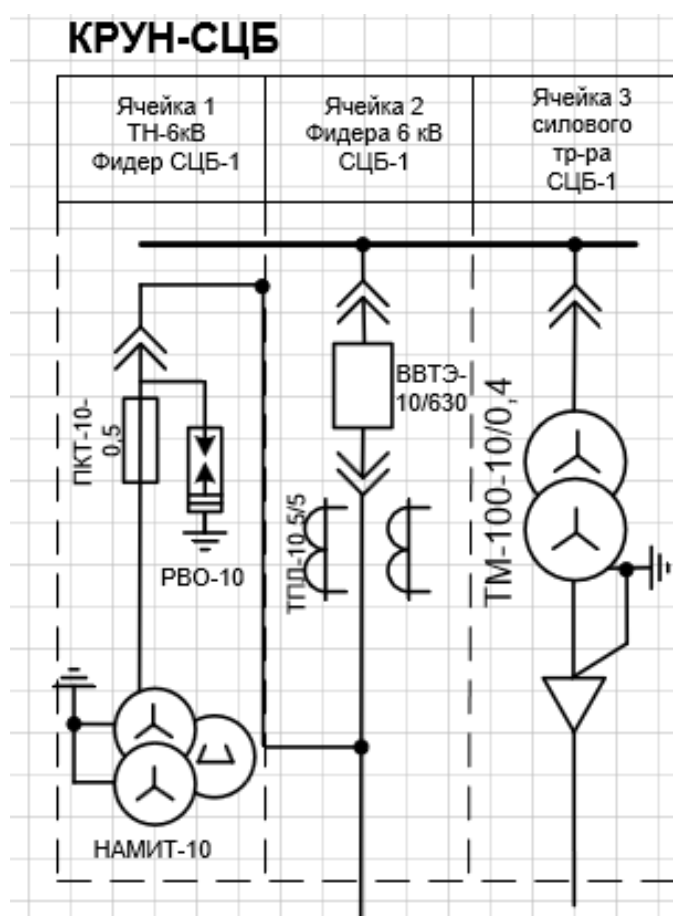


Рисунок 3 – Предлагаемая схема питания на ЭЧЭ 36

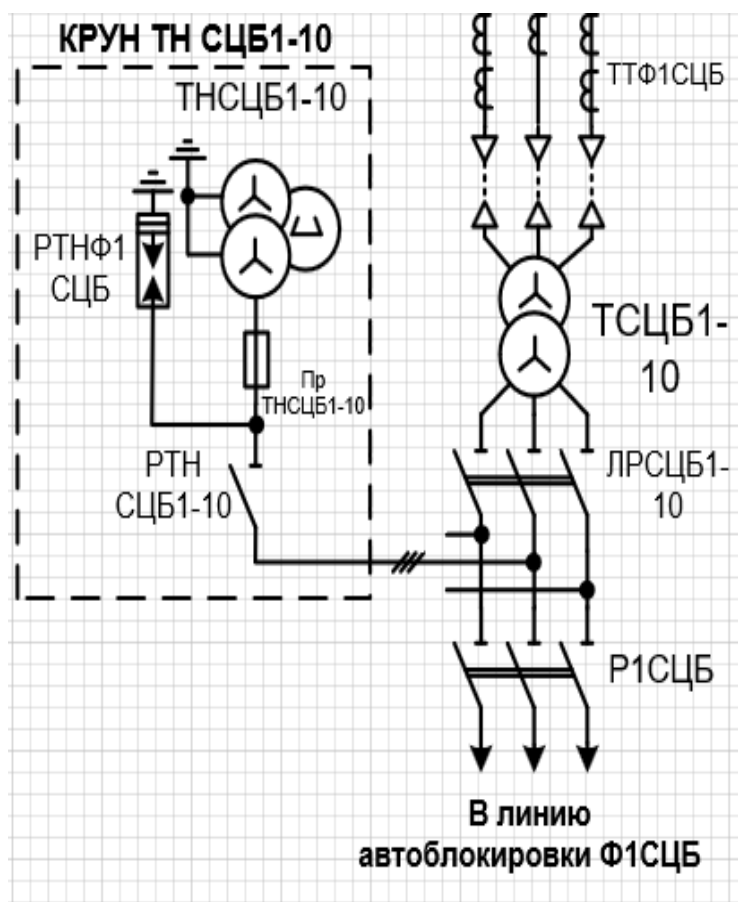


Рисунок 4 – Предлагаемая Принципиальная схема питания СЦБ на ЭЧЭ 9

Вывод: переоборудование системы питания СЦБ, поможет нам удешевить обслуживание и ремонт, увеличить надёжность СЦБ между подстанциями ЭЧЭ9 и ЭЧЭ36.

УДК 630.7

ГРНТИ 68.47.75

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

Н.В. Рыжук

старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Н.В. Шаферова

старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния информационных технологий на отрасли материального производства, а именно на лесную и транспортную промышленность; применение и перспективы развития Единой государственной автоматизированной информационной системы учета

древесины и сделок с ней (ЕГАИС Лес), возможность контроля движения лесо- и пиломатериалов по всей стране, в том числе при экспорте, путем внедрения электронной сопроводительной документации.

Ключевые слова: инновации, лесная отрасль, транспорт, ЕГАИС.

Основная часть перевозок лесоматериалов приходится на железнодорожный транспорт. И это является логичным, так как перевозка по железной дороге на дальние расстояния и в больших объемах - наиболее оптимальный вариант, учитывая скорость и стоимость доставки груза.

Во все отрасли производства в настоящее время стали внедряться инновационные технологии.

Инновация – это результат исследований и открытий, которые материализуют научные и практические решения. [1] Для максимально эффективного использования новых технологий и их оперативного внедрения во все сферы деятельности человека предприятия должны отказаться от прежних устоев и полностью преобразовать процессы и модели работы.

В лесном секторе цифровая трансформация впервые серьезно начала внедряться еще в конце 90-х годах прошлого столетия, когда была создана информационная система управления лесным хозяйством (ИСУЛХ). [2]

В соответствии с требованиями статьи 50.6 Лесного кодекса РФ была введена в действие с 1 июля 2017 года Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС). Целями создания ЕГАИС являются контроль объёмов, количества и стоимость экспортируемой древесины, информирование о совершенных сделках с ней, выполнение исследований, сбора и обработки данных и проверки заявленных сведений. [1]

Система ЕГАИС Лес содержит информацию учета древесины с момента ее вырубki, до покупки конечным покупателем. Эта длинная цепочка включает в себя все движения леса с момента вырубki дерева в лесу, обработки, поступления на склады и базы пиломатериалов, продаже конечному покупателю.

По закону, хозяйствующие субъекты, зарегистрированные в ЕГАИС Лес, в пятидневный срок, не позже, чем за день до отправки груза, обязаны задекларировать сделку в ЕГАИС. Каждый месяц, пока действует договор, необходимо вносить изменения о реальном объеме перевозимого леса. [3]

В будущем предполагается включить в цепочку прослеживаемости оборота древесины места складирования и обязать вносить первичные учетные документы в Лес ЕГАИС с пространственной привязкой – геотегом, который будет указывать географические координаты, дату и время совершения факта операции с древесиной. Реализация этого предложения потребует внедрения

нового отраслевого принципа формирования отчетности – посредством цифровой блокчейн-платформы, позволяющей в оффлайн-режиме контролировать оборот древесины. [3] Данное требование будет обязательным для всех мест складирования древесины, чтобы было ясно, какая древесина и в каком конкретно месте находится в данный момент.

Кроме того, на данном этапе внедрения системы ЕГАИС, начиная с 1 января 2022 года, появилась возможность проследить перевозку древесины. Реализация идеи отслеживания экспортного грузооборота лесоматериалов транспортом путем включения в систему ЕГАИС Лес ЭСД (электронного сопроводительного документа), является целесообразной. Благодаря внедрению ЭСД появилась возможность контроля движения лесо- и пиломатериалов по всей стране, в том числе при экспорте. [4]

Таким образом, инновации влияют на все отрасли материального производства, включая отрасли лесной и транспортной промышленности. Система ЕГАИС действует в нашей стране относительно недолго, но уже привнесла свои положительные результаты. При дальнейшей эксплуатации и совершенствовании данной системы имеются перспективы уменьшения доли участия лесной отрасли в теневой экономике страны.

Список использованных источников

1. Неровня, Д. Е. Инновационная деятельность при осуществлении таможенного контроля лесоматериалов / Д. Е. Неровня, И. В. Полухин // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 12–16 апреля 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2021. – С. 721-723.

2. Цифровая трансформация как механизм рационального использования лесных и охотничьих ресурсов / Н. Т. Юшкевич, Ю. И. Шумский, А. В. Неверов, А. В. Рубис // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 1(240). – С. 101-106. – EDN GJCOYT.

3. Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н.В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 2021. Том 1. – С. 164-169.

4. Рыжук, Н. В. Системы обеспечения безопасности на Российских железных дорогах / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 141-144.

УДК 656.222

ГРНТИ 73.29.61

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Н.В. Шаферова

*старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Аннотация. Рассмотрены мероприятия по увеличению пропускной способности участков железных дорог. Выявлены недостатки при применении существующей технологии вождения соединенных грузовых поездов.

Для исключения недостатков и сокращения интервалов между грузовыми поездами при следовании по участку железной дороги уделено внимание инновационным технологиям в интервальном регулировании движения поездов с использованием технологии «виртуальная сцепка». Выявлены специфика и достоинства технологии виртуально соединенных поездов. Рассмотрены примеры внедрения новой технологии и планы реализаций пропуска грузовых поездов в режиме виртуальной сцепки на Красноярской железной дороге.

Ключевые слова: соединенный поезд, технология, виртуальная сцепка, интервальное регулирование движения поездов, пропускная способность, полигон.

Железнодорожный транспорт, объединяет большое количество областей нашего государства в единую транспортную систему, осуществляет внушительную часть грузооборота всех видов транспорта, занимают одно из главных мест в экономическом развитии России.

На Восточном полигоне сети железных дорог России увеличились объемы перевозок, поэтому резко возрос грузопоток. Из-за этого увеличилась протяженность участков железных дорог с низкой пропускной способностью.

Чтобы увеличить пропускную способность участков, на отдельных полигонах интенсивно применяется вождение соединенных поездов.

Соединенный поезд – это грузовой поезд, состоящий из двух и более сцепленных между собой поездов грузовых поездов с действующими локомотивами в голове каждого поезда.

При вождении соединенных поездов, можно выделить ряд слабых мест:

– нужно время на соединение поездов и проверку тормозов (30-60 минут), из-за этого долгое время занимает горловина станции или путь перегона;

– необходимо подбирать соединяемые поезда по техническому состоянию локомотивов, по наличию или расположению вагонов, с которыми соединение поездов нельзя допускать;

– увеличивается опасность происхождения продольно-динамических реакций со следующим выдавливанием вагонов или обрывом автосцепок из-за большой длины соединяемого состава (до 780 осей) и большого веса поезда (до 12 тыс. тонн).

Для увеличения пропускной способности участков железных дорог и исключения недостатков при вождении соединенных поездов была внедрена система ИСАВП-РТ-М (Интеллектуальная система автоматизированного вождения поездов повышенной массы и длины с распределенными по длине локомотивами). [1]. Обозначилась возможность соединять поезда не только физически, но и с использованием технологии «виртуальная сцепка». Виртуальная сцепка позволяет объединять в группы поезда, не подбирать вагоны, динамически изменять количество и состав поездов, которые входят в группу.

Важнейшая задача новой технологии – сократить межпоездной интервал (интервальное регулирование движения поездов) и в большей степени увеличить пропускную способность железнодорожных полигонов.

Интервальное регулирование движения поездов на сегодняшний день – это инновации, которые позволяют осуществлять пропуск поездов с минимальным интервалом между поездами. [2]. Главным отличием интервального регулирования движения поездов сейчас является то, что регулирование движения (скорости) поезда происходит не на границу блок-участка, а на координату «хвоста» идущего впереди поезда, с минимально возможным межпоездным интервалом, который определяется с учетом реальных тормозных характеристик обоих поездов.

Ввод инновационных систем интервального регулирования движения поездов – это основное направление научных исследований в области железнодорожного транспорта в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 № 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года».

При ведении поездов в системе интервального регулирования по технологии «виртуальная сцепка» управление «виртуальным ведомым» поездом происходит на основании информации, которая хранится в памяти блоков БС и «КОВЧЕГ», с учетом сигналов, приходящих с борта электровоза (сигналы АЛСН, профиль под поездом, постоянные и временные ограничения скорости) и с учетом данных передаваемых с «виртуального ведущего» по радиоканалу (местоположение, скорость, режимы ведения текущий и перспективный, сигналы АЛСН ведущего локомотива).

Инновационная технология подразумевает скоординированное движение двух поездов на неопасном расстоянии до двух километров (в основном поезда следуют на расстоянии от пяти до шести километров друг от друга) благодаря автоматизированному управлению системой автоведения виртуального ведомого локомотива учитывая информацию о режимах работы, скорости и дислокации, постоянно поступающей от виртуального ведущего локомотива по радиоканалу (рисунок 1). Вместе с тем оба локомотива движутся в режиме автоведения. Обмен информацией между локомотивами выполняется по основному цифровому помехозащищенному радиоканалу. [3].

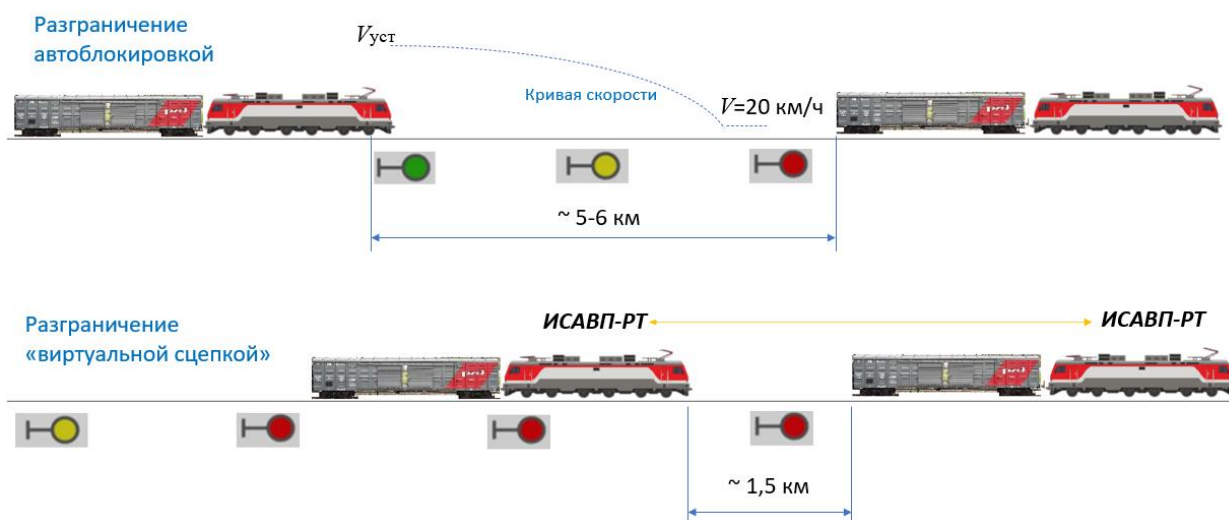


Рисунок 1 – Сравнение технологий интервального регулирования движения поездов при автоблокировке и «виртуальной сцепки»

Технология «виртуальная сцепка» может уменьшить интервал попутного следования до двух раз – с десяти до пяти минут и поэтому пропускать больше количество поездов. [4].

Можно сделать вывод, что при внедрении новой технологии:

- сокращается время на операцию по формированию соединенного поезда;
- виртуально сдвоенный поезд можно разъединить без остановки на перегоне, если это необходимо;

– практически нет критических продольно-динамических реакций, вероятность оборвать автосцепку минимальный;

– сокращается интервал попутного следования поездов с 10-15 минут до 6-8 минут, что приводит к повышению пропускной способности участков железных дорог.

В процессе эксперимента технологии на участке Карымская Забайкальского края – Находка Приморского края с октября месяца 2020 года произведено свыше 1,2 тыс. опытных поездок, которые показали возможность движения грузовых поездов по этому участку с интервалами от шести до восьми минут. [1].

22 ноября 2021 года на Восточном полигоне на участке Тайшет – Нижнеудинск первые два состава весом 7100 тонн были проведены по технологии интервального регулирования «виртуальная сцепка». [5].

После этого было проведено несколько десятков пар поездов по этой технологии. В среднем интервал между поездами составил 7 минут вместо 10-15 минут характерных для этого участка.

В 2023 году опытная эксплуатация системы интервального регулирования движения поездов с осуществлением технологии пакетного пропуска поездов в режиме виртуальной сцепки планируется на Красноярской железной дороге. [6].

Список использованных источников

1. Компания РЖД : официальный сайт URL.: <https://company.rzd.ru/> (дата обращения 14.10.2022).

2. Инновационный дайджест ОАО «РЖД» : официальный сайт URL.: <http://www.rzd-expo.ru> (дата обращения 13.10.2022).

3. Концепция внедрения на сети железных дорог комплексной технологии интервального регулирования движения поездов [Электронный ресурс] : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 28.09.2020 № 2123/р // Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – (дата обращения 14.10.2022).

4. Кожухова Н. Виртуальную сцепку показали в реальном времени // Гудок. 2021 № 118. С. 1.

5. Кулыгин С. На умной сцепке // Гудок. Восточно-Сибирский путь. 2021 № 225. С. 7.

6. «Дорожная карта» по реализации технологии интервального регулирования движения поездов на Восточном полигоне : распоряжение ОАО «РЖД» № 2909/р от 21.12.2021 г.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ***Н.В. Шаферова****старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

***Аннотация.** В статье рассматривается инновационное развитие в управлении перевозками на железнодорожном транспорте, а именно использование интеллектуальных систем. Приводится пример внедрения интеллектуальных систем на железнодорожном транспорте при построении графика движения поездов, какие трудности возникают при разработке графика ручным способом и что даст внедрение новой автоматизированной системы.*

***Ключевые слова:** график движения поездов, искусственный интеллект, ИСУЖТ, интеллектуальные системы, управление перевозками, железнодорожный транспорт.*

В настоящее время на железнодорожном транспорте активно осуществляется инновационное развитие [1], которое предусматривает разработку и выпуск инновационных продуктов, освоение инноваций в управлении, внедрение новых технологий, например, в управлении перевозочного процесса.

Ключевым этапом в создании инновационных технологий управления перевозками является перейти от автоматизации функций, например, таких как передача сигнала, перевод стрелки, обработка, хранение информации, к автоматизации функций интеллектуальных – анализу ситуации, выбору оптимального решения, расчету с использованием модели сложной системы. [2].

С целью оптимизации процесса перевозок и улучшения качественных показателей работы железных дорог в ОАО «РЖД» разработан проект Интеллектуальная система управления на железнодорожном транспорте (далее – ИСУЖТ).

На рисунке 1 приведен интерфейс программы ИСУЖТ.

ИСУЖТ является российской разработкой на основе единой программной платформы, кроме этого, это первая отечественная система для железнодорожного транспорта, которая использует методы искусственного интеллекта. [3]. ИСУЖТ автоматизирует сквозные процессы для дирекций управления движением, тяги, инфраструктуры и центра фирменного транспортного обслуживания.



Рисунок 1 – Программа ИСУЖТ

Одним из направлений проекта является разработка в автоматизированных системах вариантных и нормативных графиков движения поездов. В вариантных графиках движения предусмотрено проведение технологических окон разной длительностью, для того чтобы уменьшить затраты на продвижение поездных потоков.

Кроме того, что графики движения поездов строятся автоматически, программы позволяют передавать информацию в общую базу, чтобы использовать данные в разных АСУ.

Рассмотрим, для чего же необходима автоматизация построения графиков?

В настоящее время многие функции при составлении графика движения поездов выполняются вручную.

Составление графиков движения в программах и с внесением частичных данных туда вручную, внесение корректировок по сведениям подразделений железнодорожного транспорта РЖД без четкой последовательности приводит к не состыковкам расписания движения поездов. [4]. Приведу пример, в нормативный график движения поездов внесено изменение расписаний поездов (грузовых, пассажирских) вручную работниками подразделений РЖД в разные часы суток.

После внесенных изменений не гарантировано корректное формирование графика движения поездов на определенную дату.

В расписании движения поездов много договорных ниток, поэтому есть проблема не хватки присвоения номеров поездам. Может получиться так, что в разное время в графике движения поездов окажется на участке две нитки с одинаковыми номерами.

Все это может привести к двусмысленности нормативного графика движения и к риску необеспечения безопасности движения поездов.

Возможна и ситуация, когда в одни и те же сутки проходят два поезда с разными номерами, поезда имеют общее расписание в нормативном графике. Это делает невозможным движение этих поездов в соответствии с нормативным графиком. [5, с.13].

Решение этих вопросов – полностью автоматизировать процесс корректировки нормативных графиков движения и передавать корректировки без помощи операторов.

Внедрение подпроекта «Автоматизация разработки нормативного графика движения поездов» проекта ИСУЖТ, приведет к переходу от пониточной прокладки графика движения поездов в ручном режиме к автоматизированному построению графика на участке/полигоне или сети ОАО «РЖД». Обязанность технолога по разработке графика движения поездов преобразуется в специалиста по моделированию и динамическому гибкому планированию перевозок. При этом успешно решаются задачи:

- автоматическое построение ниток пригородных, пассажирских, грузовых поездов;

- реализация гибкого планирования перевозок за счет построения множества вариантов графика с изменением параметров оптимизации и заданий на нитки;

- моделирование изменений технологии пропуска поездов и используемой инфраструктуры;

- передача готовых вариантов графика движения поездов в смежные комплексы задач ИСУЖТ и системы ОАО «РЖД» и автоматическое получение заданий на разработку ниток графика.

Можно сделать вывод, что сегодня искусственный интеллект и график движения поездов не делимы.

Подпроект разработки графика движения поездов проекта ИСУЖТ используется в постоянной эксплуатации на Восточном полигоне ОАО «РЖД». С 2020 года в дирекции управления движением на Восточном полигоне начата разработка графика с ее помощью.

Список использованных источников

1. Стандарт СТО РЖД 08.013-2011 «Инновационная деятельность в ОАО «РЖД» (ред. от 01.07.2012). 19 с. Доступ из официального сайта ОАО «РЖД».

2. Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н. В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV

Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 164-169.

3. Инновационный дайджест ОАО «РЖД» : официальный сайт URL.: <http://www.rzd-expro.ru> (дата обращения 09.10.2022).

4. Рыжук, Н. В. Инновационные технологии идентификации на железнодорожном транспорте / Н. В. Рыжук, Д. В. Карпова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 137-141.

5. Биленко Г.М. Цифровизация и график движения поездов // Железнодорожный транспорт. 2022 № 6. С. 13-15.

СЕКЦИЯ

«ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

УДК656.22

ГРНТИ73.29.61

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ СОКРАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Е. И. Банкерова

преподаватель высшей категории, КриЖТ ИрГУПС КТЖТ, г.Красноярск.

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема сокращения количества железнодорожных перевозок; описываются причины снижения перевозок; раскрываются способы решения данной проблемы; сравниваются с показателями предыдущего года и нынешнего времени; разбираются социально-экономические факторы, влияющие на качество обеспечения населения; анализируются негативные следствия массового снижения объемов железнодорожных перевозок в регионах; определены факторы, способствующие снизить транспортную доступность населения, а также снизить число экономически активных жителей регионов; определяются возможные риски стратегии по увеличению количества железнодорожных перевозок.

Ключевые слова. Железнодорожный транспорт, количество перевозок, грузооборот железнодорожного транспорта, стратегии РЖД.

Железная дорога является одним самых распространенных средств при транспортировке грузов в нашей стране, так как перевозят достаточно значимый объем грузов на больших расстояниях, другими транспортными средствами в России просто не удаётся совершать перевозки. Железнодорожная отрасль стала важным фактором для жизнеобеспечения многопрофильной экономики, а также реализации социально значимых услуг перевозки грузов и пассажиров. Ввиду современной политико-экономической ситуации, в стране с 2019 года началось снижение количества железнодорожных перевозок. Причинами этого являются:

1. Пандемия из-за коронавируса - она уже давно затронула все отрасли экономики, в результате чего отмечается и снижение объема грузоперевозок в сфере железнодорожного транспорта. В первую половину 2020 года было

замечено замедление экономической активности, а также снижение цен на энергоресурсы. Это повлекло за собой снижение объемов грузоперевозок всеми видами транспорта.

2. Санкции - РЖД переходит на полную предоплату грузовых перевозок; РЖД проведут мероприятия по сокращению количества штата.

В связи с этим, ОАО «РЖД» совместно с Правительством России создали «Стратегию развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года». Целью данного проекта является создание условий экономического роста России, повышение не стационарности и адаптации грузоперевозок, укрепление экономики оборонной безопасности страны, конкурентоспособности отечественной экономики, обеспечение ведущих позиций России по опережающему и новаторскому развитию железнодорожной транспортной отрасли, гармонично связанных с развитием иных отраслей и типов транспорта во всех регионах России.

Данная стратегия должна быть обеспечена в условиях снижения издержек транспорта. Усовершенствование действующих линий железной дороги и новые участки нужно проводить на основании расширения возможностей рынка железной дороги. Стратегия развития ж/д транспорта в 2030 году разработана в соответствии с следующим сценарием социально-экономической модернизации России:

– сценарий энергосырьевого развития России (далее - энергосырьевой сценарий, подразумевает общее модернизирование железнодорожного транспорта).

– сценарий инновационного развития (далее - инновационный сценарий, он направлен на достижение инновационного сценария развития Российской Федерации).

В этой связи были приняты два варианта развития железной дороги до 2030 г.: минимальная и максимальная. Варианты реализации Стратегии предназначены для решения задачи ликвидации инфраструктурных ограничений экономического роста. Она не включает в себя вариант сохранения недостатков инфраструктуры транспорта, потому как не соответствует целям продолжительного экономического развития государства.

Стартовым вариантом концепции является сценарий развития энергосырьевого сектора. В рамках этого варианта предусмотрено формирование необходимых пропускных способностей на главных направлениях движения грузопотоков в соответствии с потребностями экономики и населения в перевозках. Необходимо улучшить транспортное обеспечение новых экономических точек развития сооружением отдельных грузоподъемных и технологической линии.

Пиковым вариантом стратегии стала инновационная схема развития Российской Федерации. Особенностью развития инновационных прогнозов является перестройка структуры внутренней продукции валового производства в направлении производства высокотехнологичных изделий. Прогноз пассажиропотоков согласно данной стратегии: по минимальному варианту погрузка в 2030 году прогнозируется в объеме 1970 млн. тонн с ростом в 1,47 раза. Грузооборот прогнозируется в объеме 3050 млрд. тонно-км с ростом в 1,46 раза, пассажирооборот вырастет в 1,16 раза и превысит 202 млрд. пасс.-км. По максимальному варианту погрузка к 2030 году возрастет в 1,6 раза и достигнет 2150 млн. Тонн. Грузооборот в 2030 году возрастет по сравнению с 2007 годом в 1,58 раза и составит 3300 млрд. тонно-км, пассажирооборот - в 1,33 раза и превысит 231 млрд. пасс.-км [1].

Исходя из этой Стратегии будут приняты меры по:

1) реконструкции и строительству новых искусственных сооружений. (таких как: строительство вторых мостовых переходов через р. Волга на участках Ульяновск - Димитровград, Анисовка - Саратов и третьего мостового перехода на участке Кинель - Сызрань; строительство вторых мостовых переходов через реки Обь, Большой Салым, Демьянка для повышения пропускной способности грузообразующей линии Тобольск - Сургут; и многие другие);

2) расширению сети железных дорог (в соответствии с минимальным вариантом к 2030 году необходимо построить 16017 км новых железнодорожных линий);

3) развития скоростного железнодорожного движения (организация скоростного железнодорожного движения после реконструкции действующих линий между крупными региональными центрами скоростными поездами с максимальной скоростью до 160 - 200 км/ч; и многое другое);

4) обновлению железнодорожного подвижного состава [2].

Безусловно, это небезопасно и имеет огромное количество рисков, которые могут не только увеличить сроки реализации, но и обеспечат полный её срыв. Этими рисками могут являться: 1)нехватка средств в связи с опережающим ростом цен в отрасли экономики, поставляемой продукцией для ж/д транспорта; 2)недостаток мощности и невысокий уровень технического развития в отечественной машиностроении; 3)снижение конкуренции железнодорожных транспортов вследствие технологической отстраненности от других транспортных видов и от уровня мирового транспортного развития; 4)уменьшается экологическая безопасность железнодорожных транспортов в связи с возникновением техногенных повреждений на промышленных участках железнодорожных транспортов.

Но все эти риски минимальны по сравнению с положительными сторонами стратегии. Ведь в силу реализации концепции будут приняты меры по решению государственных задач относительно железнодорожного транспорта, таких как: создание инфраструктурных оснований, гарантирующих территориальную целостность и обороноспособность страны. Формирование условий для ускорения роста экономики России. Предполагается существенное улучшение безопасности, экологии и экономности железнодорожных транспортных средств и обеспечение бесперебойного движения.

Таким образом, в результате реализации стратегии будут созданы транспортные условия для обеспечения решения проблемы снижения железнодорожных перевозок, роста внутреннего валового продукта в 4,5 раза и промышленного производства в 3,3 раза, а также для того, чтобы оптимизировать структуру экономики, освоить её новые промышленные районы.

Список использованных источников

1. Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и текущий ремонт грузовых вагонов. Москва: Желдориздат, Трансинфо, 2022. С. 416.

2. Туранов Ш.Х., Желдак К.В. Перспектива перевозок в ближайшем будущем // Труды VIII Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике. Пермь: ИМСС УрО РАН, 2021. С. 257-258.

3. Красноярский институт железнодорожного транспорта // Иркутский государственный университет путей сообщения [сайт] URL: <https://www.irgups.ru/krizht> (дата обращения 16.10.2022)

УДК 65625:621.332.3

ГРНТИ 73.29.85

ВЛИЯНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА РАБОТУ УСТРОЙСТВ ЖАТ

Е. И. Банкерова

преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС КТЖТ, г.Красноярск.

Аннотация: *Статья посвящена проблемам взаимодействия устройств заземления контактной сети с устройствами железнодорожной автоматики и телемеханики; рассмотрено устройство заземлений опор контактной сети и их назначение; дано пояснение работе рельсовых цепей, как в системе электроснабжения, так и в системе автоматики и телемеханики; описаны причины образования токов утечки и их возможной негативное влияние;*

приведены последствия нарушения устройства заземлений опор контактной сети.

Ключевые слова: заземление опор контактной сети, токи утечки, перенапряжения, устройства ЖАТ.

Контактная сеть в системах тягового электроснабжения занимает ведущее место. Через скользящий контакт полоза токоприемника обеспечивается передача электрической энергии с контактного провода на электроподвижной состав, в том числе и при сложных, экстремальных погодных условиях. Заземление опор контактной сети и находящихся вблизи нее сооружений осуществляют индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединенными к тяговым рельсам или средним точкам путевых дроссель-трансформаторов (выравнивающих дросселей) непосредственно (глухим присоединением) или через защитные устройства.

Обеспечение электробезопасности объектов железнодорожного транспорта регламентируется требованиями и нормами Федеральных законов, Правилами технической эксплуатации.

При рассмотрении «Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», можно сделать вывод, что одним из важнейших условий в работе железных дорог является выполнение графика движения поездов. Всё же, соблюдение графика движения невозможно без слаженной работы служб автоматики и телемеханики, электроснабжения, движения и других [1].

Устройства электроснабжения находятся в плотной связи с устройствами автоматики и телемеханики как путем рельсовых цепей, так и при помощи устройств заземлений. Это именно касается опор контактной сети. Заземление играет огромную роль, так как в случае перенапряжения возможен выход устройств из строя. С целью ограничения возможных перенапряжений и повышения безопасности, нужно понизить сопротивление для «растекания тока». С этой целью и устанавливают защитное заземление [2].

Для того, чтобы появился ток «утечки», должна быть замкнутая эл. цепь. Нагрузкой может являться любой объект, который обладает проводимостью: труба, тело у человека, корпус электроприбора и т. д. Ну, а если токи утечки оказался огромным, тогда возникает опасность жизни для людей и инфраструктуре, которые находятся рядом. Размер утечки тока связан с количеством сопротивления изоляции проводников, которое бывает не только большим, но и маленьким при плохой изоляции. Безопасная величина утечки тока прописана. Ее можно прочитать в документах на конкретное устройство, но работа оборудования в агрессивной окружающей среде, тогда изоляция может

нарушиться, и утечка тока тоже увеличится. Для предотвращения от последствия утечки тока нужно обязательно использовать средство защиты от утечки тока.

Кроме вышеперечисленных причин, токи имеют все шансы приводить к электрокоррозии. Электрокоррозия опор находится в тесной зависимости с параметрами заземления. Она представляет собой коррозию материалов под влиянием электрического тока от внешнего источника, также её называют коррозией блуждающих токов. Мы знаем, что электрифицированные ж/д применяют рельсы по типу обратного провода для возвращения тяговых токов к источнику электричества подстанции. Рельсы стоят на деревянных или железобетонных шпалах и у них нет достаточной изоляции от грунта. Из-за этого рельсовую сеть называют заземленной по всему ее расстоянию. Таким образом, это все провоцирует то, что частичка тока тяги идет к земле, а возле рельс и земли порождается разность потенциалов. Данное явление называется падением напряжения, появляющимся на переходном сопротивлении «рельс—земля», когда ток протекает через рельсы к земле. Разность зависит от возможности проводить через рельсовую сеть, эл. характеристик грунта, расположения станций, кол-ва и тяговых нагрузок [3].

Опоры контактной сети соединяют с рельсами сквозь особые заземляющие устройства:

– искровые промежутки диоды и тиристоры (заземлители). Заземлитель — это проводник или определенное количество соединенных проводников, которые не посредственно имеют контакт с землёй или через окружающую среду. Устройства заземления изолируют опору от рельсов в правильном режиме работы и соединяют «наглухо» при попадании на поддерживающие сооружения высокого напряжения контактной сети. Но, этот порядок работы редко применяется.

Чтобы защитить устройства автоматики и телемеханики от перенапряжений используются следующие виды защитного оборудования:

– вентильные разрядники, созданы, чтобы ограничение возникающие в эл. сетях коммутационных и атмосферных перенапряжений, для предохранения от всевозможных пробоев в изоляции, повреждение электрооборудования и других плохих последствий.

– средства защиты от импульсных перенапряжений созданы, чтобы предостеречь электрическое оборудование от таких происшествий. Они ограничивают прохождения перенапряжения и отход импульсов тока к земле, снижая амплитуду перенапряжения до, не критичного для электроустановок.

Еще один вариант, чтобы снизить негативные влияния перенапряжения – это применение многоуровневой защиты и обходных цепей. Обходная цепь представляет собой независимую эл. цепь, благодаря которой создается

возможность применить питание приемников от сети переменного тока с обходом преобразователей.

Также для уменьшения вредных факторов перенапряжений можно отметить:

- выключатели с шунтирующими резисторами;
- выключатели без повторных зажиганий электрической дуги между контактами при их разведении;
- грозозащитные тросы и молниеотводы, заземляющие опоры линий электропередач
- емкостные средства защиты, чтобы изолировать обмотку трансформатора и реактора и использование емкостных элементов для уменьшения перенапряжений [2].

Таким образом, заземления опор контактной сети на работу устройств ЖАТ находится в плотной связи с устройствами электроснабжения. Заземление играет огромную роль, так как в случае перенапряжения возможен выход устройств из строя. С целью ограничения возможных перенапряжений и повышения безопасности, нужно понизить сопротивление для «растекания тока».

Список использованных источников

1. Правила технической эксплуатации, 2022г. <https://sudact.ru/law/prikaz-mintransa-rossii-ot-23062022-n-250>
2. Методические указания по применению устройств защиты от перенапряжения в устройствах ЖАТ №12021/ЦДИ от 31 марта 2021г. Актуальные вопросы технических наук (II): материалы междунар. Заоч. Конф. г. Перм, февраль 2021 г.
3. Переходные процессы в системах электроснабжения и утечка тока, её превращения, электрокоррозия опор: В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, Л.И. Несен и др.; Под ред. В.Н. Винославского. – К.: Выцашк. Головное издательство, 2022 г. – 422 с.

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.71

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БУДУЩЕГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А.А. Гаврилова; В.С. Рябков

*Самарский государственный университет путей сообщения
филиал СамГУПС в г. Н.Новгороде*

Современные условия диктуют необходимость обратить внимание на возможные технологические изменения энергетического хозяйства транспортной системы, в частности, железнодорожного транспорта. Такая трансформация реализуется начиная с изменения архитектуры энергетического комплекса и вплоть до «последней мили», включая распределительные сети, распределенную генерацию и конечных потребителей.



Транспортная отрасль остается одним из главных потребителей энергетических ресурсов совместно с промышленностью и народным хозяйством.

По данным Международного энергетического агентства (IEA) транспортный сектор составляет почти одну треть конечного мирового спроса на электроэнергию, почти две трети спроса на нефть и почти одну четверть глобальных выбросов углекислого газа в результате сжигания топлива.

Процессы преобразований в транспортной отрасли усиливаются и ускоряются масштабными изменениями в энергетике как критической обеспечивающей инфраструктуры. Эти изменения принято называть энергетическим переходом (Energy Transition), который оказывает значимое влияние на долгосрочное развитие энергетики и взаимосвязанных с ней отраслей, особенно железнодорожный транспорт. При этом наиболее существенное влияние в долгосрочной перспективе прогнозируется по двум аспектам: возможности изменения *грузовой базы* и технологическое устройство *энергетического хозяйства*.

Энергетический переход выстраивает вектор изменения архитектуры энергетического комплекса, включая широкое использование возобновляемой энергетики, развитие распределенной энергетики и частое применение в электроэнергетике цифровых управляемых устройств, обеспечивающих возможность реализации интеллектуального управления энергосистемами, основанного на межмашинном взаимодействии.

Я думаю, что эти решения окажут определяющее влияние не только на долгосрочное развитие электроэнергетики, но и на взаимосвязанные с ней отрасли, включая железнодорожный транспорт.

Основными комплексными решениями и практиками, связанными с переходом на новую архитектуру энергетики и освоением новых технологий, на горизонте до 2050 года являются:

- «умные» цифровые сети,
- водородная энергетика,
- системы накопления энергии,
- генерация на основе ВИЭ и другие.

Хочется остановиться на некоторых из этих направлений более подробно.

Технологии *цифровых сетей* включают комплекс решений, обеспечивающих эффективную и надёжную работу распределительной сети, открытой и адаптивной к новым объектам и участникам рынка. Среди технологий умных цифровых сетей можно назвать цифровые устройства релейной защиты и автоматики, цифровые измерители тока и напряжения, устройства синхронизированных измерений, интеллектуальные комплектные распределительные устройства, автоматические системы управления напряжением и реактивной мощностью и многие другие. Применение технологий умных цифровых сетей, интегрирующих распределённые источники энергии и гибкости, позволит железнодорожным компаниям создать систему распределённого управления собственными сетями, электрификацией тяги и энергоснабжением объектов пути. Данное применение позволит снять ограничения на число пар проходящих поездов на ряде участков железнодорожного сообщения, снизить потери в контактной сети и расходы на электроэнергию, а также снизить инвестиции в новые тяговые подстанции.

Международным энергетическим агентством (МЭА) прогнозируется, что *технологии водородной энергетики*, использующие водород в качестве топлива, получат широкое применение в транспортной сфере, а также в распределённом энергоснабжении частных домохозяйств и коммерческой недвижимости. Использование технологий водородной энергетики позволит обеспечить развитие грузовых и пассажирских перевозок на водородном топливе (гибриды с дизелем, поезда на водородных топливных элементах) на не электрифицированных участках железных дорог в целях обеспечения декарбонизации железнодорожного транспорта и снижения шума.

Так же перспективным направлением является *система накопления энергии* обусловленная распространением возобновляемых источников энергии (ветер, солнце), изменением стоимости технологий и оборудования, в частности литий-ионных батарей. Эксплуатация накопителей энергии не только на тяговых

подстанциях, но и на маневровых локомотивах позволит выравнивать нагрузку на дизельные двигатели и увеличивать их межремонтный ресурс в несколько раз, при применении на электровозах — снять ограничения для числа пар проходящих поездов на некоторых участках пути. Широкое применение данной технологии позволит железнодорожным компаниям повысить эффективность управления собственной гибкостью, качеством и надежностью электроснабжения.

Нельзя не упомянуть о *генерации на основе ветровой и солнечной энергии*, которая уже сейчас является самым дешевым способом генерации на значительной части мирового пространства. По мнению аналитиков к 2030 году стоимость электроэнергии от ВИЭ будет существенно ниже традиционных технологий практически повсеместно, а платежеспособный спрос на экологичную, надежную и доступную энергетику будет в разы превышать спрос на традиционные энергоисточники. Стоит предположить, что это применение на основе ВИЭ позволит компаниям снизить затраты на электроэнергию и получить дополнительный источник энергетической гибкости.

Перечисленные комплексные решения и практики будут актуальны и для российских железных дорог. Если взять за точку отсчета действующую энергетическую стратегию РЖД, разработанную в 2011 году, то она ориентирована на использование технологических решений, которые позволят повысить энергетическую эффективность во всех сферах деятельности, включая тягу поездов, инфраструктуру, ремонт и производство; мониторинг потребления топливно-энергетических ресурсов и оптимизацию энергозатрат; создание мощностей собственной генерации и использование накопителей; внедрение технологий рекуперации энергии. Имеющееся представление может и должно быть существенно дополнено перечисленными выше комплексными решениями и практиками, которые помимо технологического контекста ориентированы еще и на достижение экономических эффектов.

Однако, можно взглянуть на предложенный выше перечень новых технологических и бизнес-практик с другой точки зрения — с позиции их влияния на стратегические цели транспортных компаний.

Образ энергетической трансформации транспортной системы складывается не только из множества возникающих энергетических технологий, но и в результате системно-инженерного ответа на перспективные инфраструктурные требования, задаваемые стратегическим видением развития транспортной системы.

В результате декарбонизации транспорт с использованием водородных топливных элементов будет конкурировать с батарейным (аккумуляторным) электрическим транспортом. В зависимости от типа транспортных средств эта

конкуренция будет складываться в пользу одного или другого решения. Так, например, транспорт с водородными топливными элементами, включая железнодорожный, за счет водородного топлива, служащего накопителем энергии для энергосистемы, своим распространением не создает проблем для энергетики по сравнению с распространением заряжаемого электротранспорта, который не просто повышает спрос на мощность, но и приводит к значительному разуплотнению профиля потребления, а значит — к снижению эффективности использования и росту стоимости мощности. Кроме того, электротранспорт целесообразно использовать для поездок на небольшие расстояния, а нишу для дальних перемещений в долгосрочной перспективе займет водородный транспорт. Поэтому в такой перспективе для железнодорожного транспорта становится целесообразным переход на использование водорода для обеспечения тяги поездов в локомотивной и мотор-вагонной схемах, а также развитие инфраструктуры водородной энергетики для собственных нужд.

Конечно, во многом эти стратегические видения не новы и коррелируют с развиваемыми во всем мире энергетическими технологиями. Однако, важным представляется взаимосвязь образа энергетической трансформации железнодорожного транспорта с его стратегическим позиционированием, которая поможет каждой железнодорожной компании расставить приоритеты среди всех возможных направлений изменения технологического устройства энергетического хозяйства.

Более того, оценка потенциала и порядок внедрения новых энергетических технологий становится не просто перебором или ожиданием «чужих ошибок», но программированием действий по развитию необходимых компетенций системного инжиниринга комплексных решений, по реализации комплексных пилотных проектов, демонстрирующих необходимые эффекты, и по снятию регуляторных барьеров для их масштабного применения.

Список использованных источников

1. [.https://www.iea.org/commentaries/the-clean-hydrogen-future-has-already-begun](https://www.iea.org/commentaries/the-clean-hydrogen-future-has-already-begun)
2. New Energy Outlook 2019 — Bloomberg New Energy Finance, 2020
3. http://www.rzd-expo.ru/doc/Energ_Strateg_new.pdf
4. <https://graph.org/ZHan-Per-Farandu-YA-hochu-chtoby-SNCF-by-la-pionerom-i-vozglavlyala-dvizhenie-po-vnedreniyu-vodorodnoj-tyagi-06-23>
5. <https://medium.com/internet-of-energy/%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%8>

ОТКАЗЫ ПУТЕВЫХ МАШИН – ПОД КОНТРОЛЕМ

Е.В. Громакова

преподаватель, филиал СамГУПС в г. Ртищево, г. Ртищево

Аннотация. С каждым днем на сети железных дорог Российской Федерации увеличивается число путевых машин нового поколения с интегрированными системами программного управления и автоматического расчета выправки пути. Возникающие при эксплуатации путевых машин отказы связаны с выходом из строя отдельных узлов, систем и агрегатов.

Для учета появления и устранения отказов, а также анализа причин их возникновения используется комплексная автоматизированная система КАСАНТ. Система КАСАНТ, фиксируя все отказы путевых машин, помогает разобраться в причинах их возникновения и оперативно внедрить мероприятия по повышению надежности технических средств.

Ключевые слова: путевые машины, безопасность, отказы, система КАСАНТ, анализ.

Одной из основных задач инновационного развития ОАО «РЖД» является сокращение стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры и подвижного состава при условии обеспечения высокого уровня надежности технических средств и требуемого уровня безопасности перевозочного процесса.

Безопасность на железнодорожном транспорте зависит от серьезности последствий отказов, а также от ремонтпригодности технических средств, видов отказов, времени восстановления в безопасном режиме и т.д.

Путевые машины нового поколения с интегрированными системами программного управления и автоматического расчета выправки пути имеют более высокие производительность и надежность, а также улучшенные технические и эргономические характеристики, по сравнению со своими предшественниками. С появлением подобного специализированного подвижного состава возросли и требования, предъявляемые к его эксплуатационной эффективности.

Под эффективностью путевых машин понимается их способность качественно выполнять требуемые виды работ в заданных условиях эксплуатации с минимальными потерями на ремонт и простои.

Одним из важнейших аспектов эффективности технических средств является обеспечение их исправного состояния на протяжении всего жизненного цикла.

Возникающие при эксплуатации путевых машин отказы связаны с выходом

из строя отдельных узлов, систем и агрегатов. Для учета появления и устранения отказов, а также анализа причин их возникновения, что крайне важно для разработки мероприятий по снижению числа поломок машин, используется комплексная автоматизированная система КАСАНТ [1].

Система КАСАНТ явилась принципиально новым инструментом мониторинга состояния объектов инфраструктуры и гарантировала единство порядка учета и расследования случаев отказов путевых машин на всех железных дорогах ОАО «РЖД», существенно повысив достоверность и оперативность сбора информации. Появилась возможность внедрить комплексные методы оценки эффективности путевой техники с использованием единой базы сбоев в ее работе, что предупредит повторные отказы машин.

К учету принимаются отказы 1, 2 и 3 категорий, а также технологические нарушения, зафиксированные на инфраструктуре ОАО «РЖД». Информационный срез, полученный в результате анализа поломок путевых машин за определенный период, позволяет выделить наиболее актуальную информацию на данный момент с возможностью прогнозирования роста или снижения количества отказов на будущее.

Результаты сравнительного анализа отображаются графически с текстовыми пояснениями и комментариями в следующих вариантах:

- распределение отказов путевых машин по структурным подразделениям ДПМ;
- распределение отказов машин по дорогам;
- потери поездо-часов из-за отказов;
- количество задержанных поездов из-за отказов;
- распределение отказов по типу специального подвижного состава (рисунок 1) [2];
- распределение отказов по видам;
- анализ влияния «человеческого фактора» на отказы машин;
- анализ отказов по неисправным системам машин (рисунок 2) [2];
- причины возникновения отказов технических средств (рисунок 3) [2].

Сравнительный анализ позволяет выделить основную эксплуатационную категорию отказов, которая обычно вызвана:

- несоблюдением требуемых технических условий эксплуатации путевых машин, в частности неправильным выбором технологий и режимов работы непосредственно на пути;
- нарушением технических требований по эксплуатации машин при отрицательных температурах в начальный и заключительный периоды сезона летних путевых работ;

Секция «Инфраструктура железных дорог»

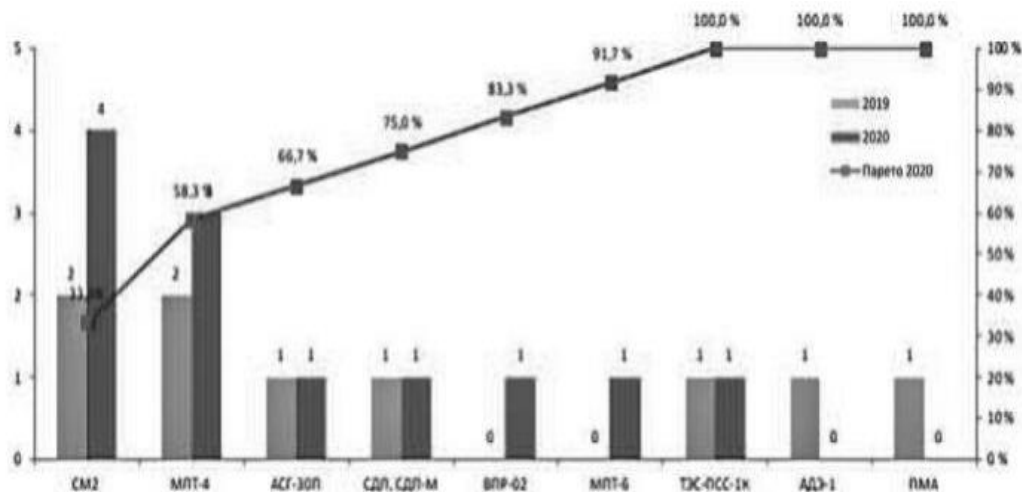


Рисунок 1 - Распределение отказов технических средств 1 и 2 категорий по типу СПС за аналогичные периоды 2019 и 2020 гг. (первые четыре месяца года)

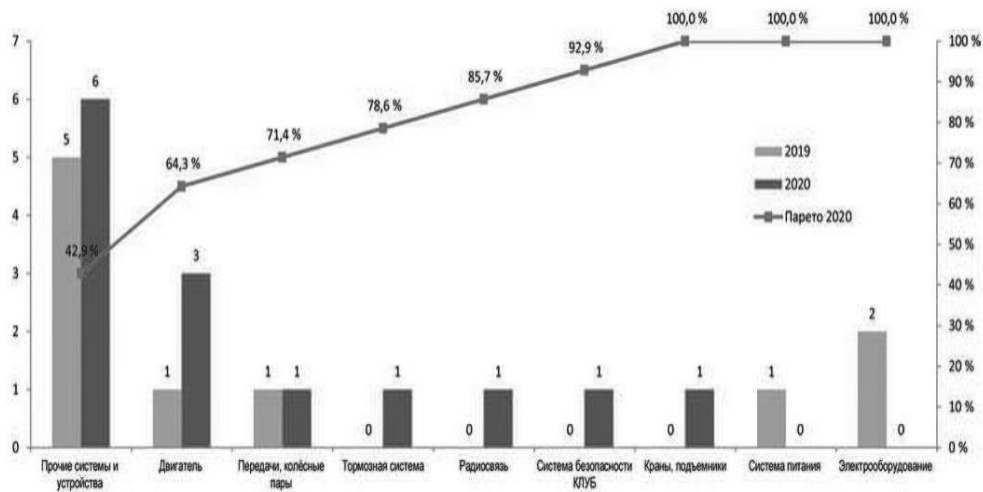


Рисунок 2 - Распределение отказов технических средств 1 и 2 категорий по неисправным системам за аналогичные периоды 2019 и 2020 гг. (первые пять месяцев года)

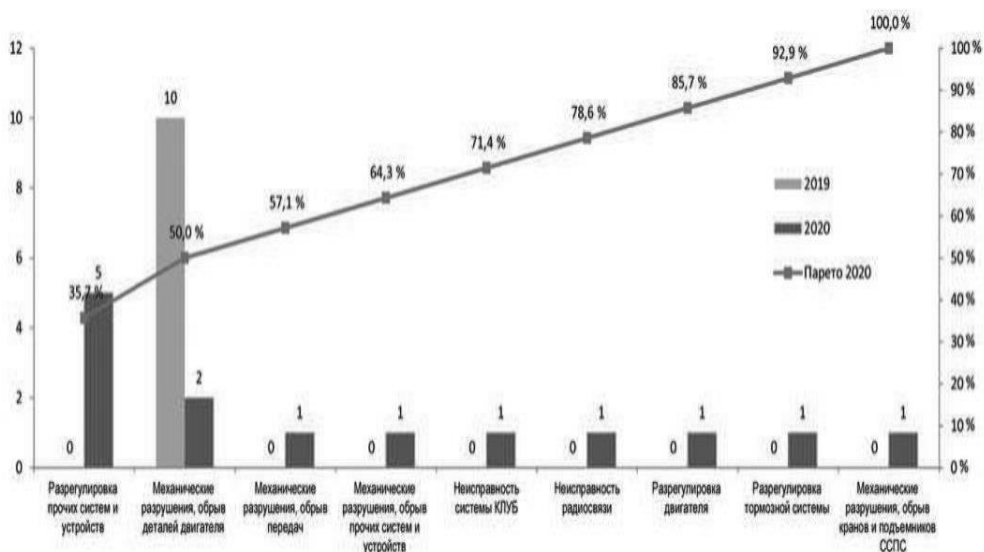


Рисунок 3 - Распределение причин отказов технических средств 1 и 2 категорий за аналогичные периоды 2019 и 2020 гг. (первые пять месяцев года)

- несвоевременным проведением технического обслуживания, невыполнением профилактических ремонтных работ, т.е. несоблюдением требований нормативно-технической документации по эксплуатации и техническому обслуживанию путевых машин;

- необеспечением машин при эксплуатации необходимыми расходными материалами и быстроизнашивающимися запасными частями и деталями, использованием масел и смазок, не предусмотренных технической документацией;

- отсутствием на отдельных машинах полноценных комплектов технической и эксплуатационной документации, в частности описаний и инструкций по эксплуатации отдельных установок, систем, агрегатов и блоков, принципиальных и монтажных электрических схем, кабельных журналов;

- недостаточной технической подготовкой обслуживающего персонала в области устройства машины, принципов ее работы как в целом, так и по отдельным системам, агрегатам и узлам, что ведет к необоснованным продолжительным простоям при устранении отдельных неисправностей;

- некачественной подготовкой машин к сезону летних путевых работ, несвоевременной подачей заявок на запасные части, а также невыполнением требуемых условий хранения машины в зимний период при отрицательных температурах;

- отсутствием специализированных дорожных (или региональных) центров с высококвалифицированным персоналом, обеспечивающим оперативное обслуживание машин, их настройку и наладку, а также незамедлительное устранение возникающих неисправностей.

Таким образом, система КАСАНТ, фиксируя все отказы путевых машин, помогает разобраться в причинах их возникновения и оперативно внедрить мероприятия по повышению надежности технических средств, что снижает количество нарушений перевозочного процесса в ОАО «РЖД».

Список использованных источников

1. Положение об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАСАНТ. Утверждено распоряжением ОАО "РЖД" от 1 октября 2018 г. N 2160/р

2. Воробьев А.А., Миниханов Ф.В. Мониторинг отказов путевых машин с помощью системы КАСАНТ // Путь и путевое хозяйство. – 2020, №8, с.19-20

ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**С.А. Дякин**

Преподаватель филиала СамГУПС в г.Ртищево

Аннотация. В данной статье будет рассказано об инфраструктуре железных дорог Российской Федерации, её значение, проблемах, особенностях и состоянии на сегодняшний день. Также даётся определение инфраструктуры в целом, для чего она нужна и её виды. Немного затронуты особенности инфраструктуры железных дорог других стран. Ещё будут даны сведения о компании ООО «ЭКСПРЕСС-А», которая на данный момент занимается строительством инфраструктуры железных дорог в РФ, а конкретно: чем она занимается, сколько лет компания работает на нашем рынке и какие проблемы возникают при строительстве объектов железнодорожной инфраструктуры.

Ключевые слова. Инфраструктура, инфраструктура железных дорог, ОАО «РЖД», ООО «ЭКСПРЕСС-А».

В данной статье я собрал информацию об инфраструктуре железных дорог в Российской Федерации. Будет рассказано, что такое инфраструктура и её назначение в целом, что входит в инфраструктуру железной дороги РФ, её особенности, какие есть проблемы и как они решаются. И немного об инфраструктуре железных дорог других стран.

Что же такое инфраструктура? Инфраструктура – это совокупность предприятий, сооружений, учреждений, зданий, систем управления и связи, служб и т.д., которые необходимы для стабильного функционирования и обеспечения повседневной жизни людей.

Чтобы лучше понять, что такое инфраструктура приведу простой пример: Возьмём какой-нибудь населённый пункт (город или село), для того чтобы людям было комфортно там жить рядом с их домами строятся магазины, школы, дороги, метро, театры, музеи и т.п., это всё вместе и будет называться инфраструктурой.

Также инфраструктура имеет множество видов: социальная, производственная, инженерная, туристическая, военная, инфраструктура национальной экономики и транспортная инфраструктура (к которой относится железная дорога).

Инфраструктура железных дорог немного различается в большинстве стран мира. В железнодорожную инфраструктуру нашей страны входят все сооружения и объекты принадлежащие ОАО «РЖД». К ним относятся устройства электроснабжения, железная дорога, светофоры, станции, системы

централизации, вагоны, сигнализации и блокировки. Ещё сети связи, системы управления движением, информационные комплексы, локомотивы, железнодорожные станции депо, ещё железнодорожные пути общего пользования и т.д. В общем, всё то, что нужно для создания быстрого, безопасного и надёжного перемещения железнодорожного транспорта на большие расстояния.

Также у инфраструктуры ОАО «РЖД» есть её владелец. Владельцем инфраструктуры называют, индивидуального предпринимателя или юридическое лицо, которое имеет эту инфраструктуру на основании права собственности или на ином праве и предоставляющее какие-либо услуги по её использованию на основе соблюдения соответствующей лицензии или договора. Владельцем всех акций ОАО «РЖД» является Российская Федерация. В других же странах, таких как Канада, Бразилия, США, Австралия и Япония есть частные железные дороги. Точнее в Соединенных Штатах и Японии все без исключения железные дороги принадлежат частникам, а в других выше упомянутых странах частные дороги взаимодействуют с государственными.

Предоставляются также и услуги по использованию инфраструктуры железных дорог. Не смотря на то, что железная дорога является стратегически важным военным объектом, данные действия разрешает постановление Правительства РФ от 20.11.2003 № 703 «Об утверждении Правил оказания услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования». Их оказание происходит на основании заключаемого владельцем данной инфраструктуры и перевозчиком публичного договора об оказании соответствующих услуг по использованию инфраструктуры. Одна особенность связана с порядком доступа перевозчиков к инфраструктуре в условиях ограничения её пропускной способности, здесь все определяется так называемыми правилами «недискриминационного доступа» перевозчиков к услугам инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования. Это обозначает обеспечение одинаковых условий предоставления услуг их потребителям, несмотря на правовые отношений и их организационно-правовую форму с лицом, оказывающим данные услуги.

В Соединённых Штатах железные дороги с самого начало их построения стали частные, а тарифы на их услуги регулируются межштатными комиссиями. Их железные дороги совершают в основном грузовые перевозки, потому что пассажирские невыгодны. Их перевозки осуществляет организация «Amtrak», которая получает помощь от государства.

Перевозка грузов в международном железнодорожном сообщении намного труднее, потому что нужно учесть интересы нескольких стран, ещё например особенности их национальных нормативных актов, также учитывают какие

условия работы железных дорог и технологические особенности перевозок в других странах.

Инфраструктуру железных дорог в нашей стране на данный момент трудно назвать идеальной. Пока что есть много проблем, такие как большая энергоёмкость железнодорожных перевозок при малой скорости передвижения и высокой себестоимости, нехватка железных дорог. Ещё протяжённость так называемых «узких мест», которые ограничивают пропуск железнодорожных составов, на сегодняшний день больше 8 000 километров, но со временем их число растёт. Таким образом, если ничего не изменится, число «узких мест» в нашей стране станет больше так, их число уже в 2023 году может составить 22 000 километров. Также в некоторых местах нашей страны по-прежнему нет железных дорог, например, на Дальнем Востоке. Из-за чего в России нельзя назвать оптимальной эксплуатационную длину железнодорожных путей. Не радует и густота грузовых перевозок «грузонапряжённость» наших дорог, которая больше стандартных значений в железнодорожной сфере в других развитых странах.

Таким образом, можно назвать ещё очень много проблем наших железных дорог, но радует тот факт, что сейчас активно ведутся работы по реконструкции старых железных дорог и строительство новых путей, тем самым увеличивая их пропускную способность и улучшая коммуникацию с разными частями нашей страны.

Сейчас строительством железнодорожной инфраструктуры в Российской Федерации занимается ООО «ЭКСПРЕСС-А». Эта компания уже 18 лет работает на нашем рынке и имеет 26 дополнительных видов деятельности, предоставляя большой выбор услуг в сфере строительства железнодорожной инфраструктуры. Она выполняет все необходимые работы для того, чтобы в эксплуатацию вошло как можно больше железнодорожных путей общего и необщего использования, железнодорожные стрелочные переводы и переезды. Компания работает над обустройством внутриплощадочных и подъездных железнодорожных путей, также строит транспортные железнодорожные эстакады, путепроводы, железнодорожные мосты. У специалистов данной организации есть большой опыт в строительстве малых искусственных объектов инженерной защиты на железных дорогах и сооружениях. Ещё у компании можно сделать заказ на строительство или реконструкцию и ремонт железнодорожных путей для перевозки не безопасных грузов.

Типы работ, производимые ООО «ЭКСПРЕСС-А» в области строительства железнодорожной инфраструктуры на данный момент. Сейчас строятся: железнодорожные переезды, стрелочные переводы, подземные и внутриплощадочные железнодорожные пути, ещё сооружения искусственной

инженерной защиты и железнодорожные пути необщего и общего пользования, согласование и разработка технического паспорта, инструкции по маневровой работе железнодорожного пути и наконец, сдача в эксплуатацию компанией завершённого объекта и т.п.

Организации ООО «ЭКСПРЕСС-А» может предоставить все необходимые сертификаты и допуски, которые требуются при работе с железнодорожной инфраструктурой. Их специалисты регулярно повышают свой уровень квалификации для того, чтобы всегда обеспечивать безупречный результат – при выполнении поставленных задач любой сложности.

Но, не смотря на это строительство железнодорожной инфраструктуры остаётся сложным и длительным процессом, который требует большой концентрации и мастерство от исполнителя. Потому что в процессе ведения работы возникает огромное количество проблем связанных с недостатком сопутствующей инфраструктуры при работе над постройкой и реконструкцией железной дороги в далёких регионах нашей страны, неблагоприятными погодными условиями и т.д.

Список использованных источников:

1. ktonanovenkogo.ru
2. interneturok.ru
3. ktonanovenkogo.ru
4. base.garant.ru
5. studme.org
6. spravochnick.ru
7. studbooks.net
8. express-a.ru

УДК 625.143.2

ГРНТИ 73.29.11

**СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЛЬСОВ, ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО
ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ВЛАЖНОСТИ С
ОТДЕЛЬНОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА**

Е.Н. Токмакова

инженер 2 кат., АО «ВНИИЖТ», г. Москва

И.Е. Перков

технический эксперт, АО «ВНИИЖТ», г. Москва

П.В. Иванов

инженер 2 кат., АО «ВНИИЖТ», г. Москва

Аннотация. В работе исследовалось влияние отдельного индукционного нагрева перед дифференцированной закалкой сжатым воздухом контролируемой влажности на макро- и микроструктуру, а также механические свойства рельсов типа Р65.

Ключевые слова: железнодорожные рельсы, эксплуатационная стойкость, микроструктура, физико-механические свойства.

Анализ количества сходов подвижного состава по причине излома рельсов за последние 10 лет показал, что 50 % сходов были допущены на дорогах Восточного полигона. Именно эти регионы характеризуются наличием железных дорог с особо тяжелыми условиями, включающим в себя высокую грузонапряженность, повышенные осевые нагрузки, кривые участки пути малого радиуса, наличие участков с неоднородным ландшафтом, затяжные подъемы и спуски, а также длительное воздействие пониженных температур.

Предлагаемым эффективным техническим решением вопроса создания надежных и долговечных рельсов для условий холодного и умеренно холодного климата является освоение производства рельсов с повышенной твердостью и одновременно с высокими значениями ударной вязкости. Решение такой сложной металловедческой задачи возможно при использовании отдельного печного или индукционного нагрева рельсов под закалку и охлаждения закалочной средой с высокой охлаждающей способностью [1,2].

Отдельный нагрев обеспечит перекристаллизацию и измельчение зерен для повышения ударной вязкости, а ускоренное охлаждение приведет к уменьшению межпластинчатого расстояния структуры сорбитообразного перлита и повышению твердости.

Объектом исследования являются рельсы типа Р65 производства АО «ЕВРАЗ НТМК» новой категории ДТО350НН опытной партии, дифференцированно термоупрочненные сжатым воздухом контролируемой влажности с отдельного индукционного нагрева в опытном порядке в условиях НПП «ТЭК».

Контроль дефектов макроструктуры на соответствие требованиям ГОСТ Р 51685-2013 проводили методом снятия серного отпечатка по Бауману с поперечного темплета полного сечения рельса. Полученная макроструктура, приведенная на рисунке 1, показывает отсутствие флокенов, расслоений, трещин, корочек, пятнистой и осевой ликвации, инородных металлических и шлаковых включений и соответствует требованиям ГОСТ Р 51685-2013.



Рисунок 1 – Макроструктура рельсов опытной партии

В таблице 1 представлены значения механических свойств рельсов после испытаний на растяжение.

Таблица 1 – Механические свойства рельсов опытной партии и различных категорий

Категория	Разница в значениях физико-механических свойств, %			
	Временное сопротивление	Предел текучести	Относительное удлинение	Относительное сужение
Опытная партия	100	100	100	100
ДТ350	92	92	88	94
ДТ350НН	91	90	99	98
ДТ370ИК	97	98	86	69

По уровню механических свойств рельсы опытной партии превышают аналогичные показатели для рельсов категорий ДТ350, ДТ350НН и ДТ370ИК. При высоких прочностных характеристиках для рельсов опытной партии получены более высокие по сравнению рассматриваемыми категориями рельсами характеристики пластичности (относительное удлинение, относительное сужение).

С целью оценки характера разрушения рельсов при воздействии ударных нагрузок, моделирующих воздействие колес в эксплуатации были проведены копровые испытания рельсов опытной партии и категорий ДТ350, ДТ350НН и ДТ370ИК по ГОСТ Р 51685-2013. Целью испытаний являлось определение работы разрушения рельсов, а так же оценка характера взаимодействия и изменения состояния рельса в процессе ударного взаимодействия. На рисунке 2 приведены графики зависимости величины прогиба рельса от величины динамической энергии удара.

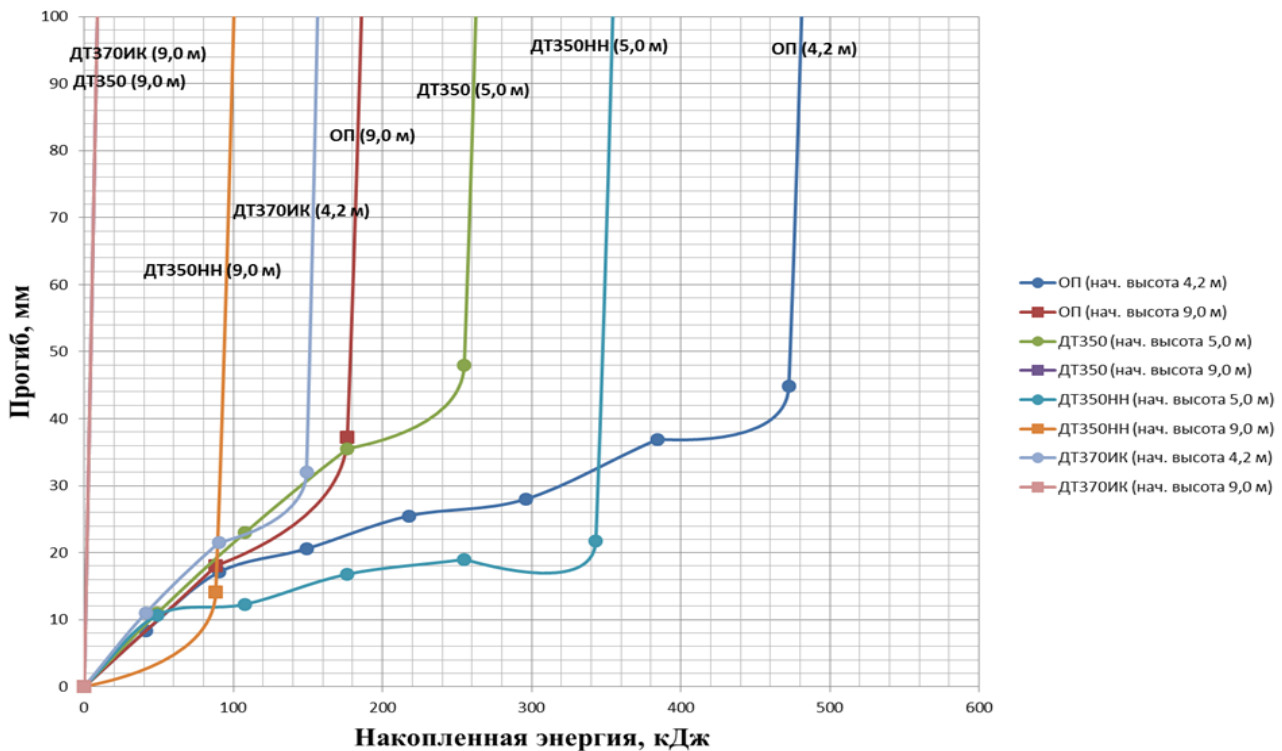


Рисунок 22 – Зависимость прогиба рельса от значений суммарной накопленной динамической энергии

Анализ результатов испытаний по оценке копровой прочности показал, что данный показатель для рельсов опытной партии соответствует требованиям ГОСТ Р 51685-2013 для наиболее жесткого норматива, предъявляемого к рельсам категории ДТ350НН. Сравнительный анализ копровой прочности опытной партии рельсов дифференцированно термоупрочненных сжатым воздухом контролируемой влажности с отдельного индукционного нагрева с рельсами категорий ДТ350, ДТ350НН и ДТ370ИК по ГОСТ Р 51685-2013 показал, что при равных условиях проведения испытаний уровень исследуемого параметра для рельсов опытной партии выше. Об этом свидетельствует большее значение накопленной энергии удара бойка копра по рельсу до его разрушения, а также меньшие величины прогибов при отсутствии излома. Таким образом, применение дифференцированного термоупрочнения сжатым воздухом контролируемой влажности с отдельного индукционного нагрева позволило достичь на рельсах более высокого уровня сопротивления хрупкому разрушению по сравнению со всеми рассматриваемыми категориями рельсов.

Важным фактором, определяющим прочностные и пластические характеристики рельсовой стали, а также ее циклическую трещиностойкость и стойкость к контактно-усталостным выкрашиваниям, является, собственно, сама микроструктура матрицы, дисперсность и морфология ее составляющих. Исследования микроструктуры проводились на металлографических шлифах, изготовленных из головки исследуемых рельсов в направлении, поперечном прокатке. Шлифы подвергали травлению 4%-ным раствором азотной кислоты.

Установлено, что микроструктура основного металла в головке рельсов опытной партии представлена пластинчатым перлитом балла 1 по шкале 1 ГОСТ 8233, с участками карбидной сетки. Размерные характеристики микроструктуры определялись методом случайных секущих по изображениям, полученным на сканирующем электронном микроскопе. В таблице 2 приведены размеры перлитных колоний, а также межпластинчатое расстояние перлита для исследуемых рельсов в центральной части головки и в выкружке.

Таблица 2 – Размерные характеристики микроструктуры исследуемых рельсов

Опытная партия		ДТ350		ДТ350НН		ДТ370ИК	
Центр головки	Выкружка	Центр головки	Выкружка	Центр головки	Выкружка	Центр головки	Выкружка
Среднее значение размеров перлитных колоний, мкм							
5,6	5,5	4,6	5,8	6,9	6,3	6,2	6,7
Среднее значение межпластинчатое расстояния перлита, нм							
67	68	71	83	85	78	78	89

Сравнительный анализ параметров микроструктуры головки рельсов рассматриваемых категорий (ДТ350, ДТ350НН, ДТ370ИК) показал, что микроструктура рельсов опытной партии имеет меньшие размеры структурных составляющих, а также характеризуется отсутствием участков феррита.

Таким образом, настоящим исследованием показано, что в результате применения дифференцированного термического упрочнения рельса с использованием сжатого воздуха контролируемой влажности в качестве закалочной среды может быть достигнуто благоприятное сочетание прочностных свойств, характеристик пластичности и показателей сопротивления хрупкому разрушению. Полученный уровень свойств позволяет в дальнейшем рекомендовать полученную категорию рельсов для применения в особо тяжелых условиях эксплуатации в крутых кривых при низких температурах, в том числе, на дорогах Восточного полигона.

Список использованных источников

1 Шур Е.А. Термическое упрочнение железнодорожных рельсов // Научно-технический семинар «Бернштейновские чтения по термомеханической обработке металлических материалов». Москва. 22-25 октября 2019 г. Сборник тезисов / НИТУ «МИСиС». Москва, 2019. С. 23-24.

2 Шур Е.А. Изучение процесса структурообразования при термической обработке рельсов // Труды ЦНИИ МПС. Москва, 1966. Вып. 314. С. 103-114.

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК НА
УЧАСТКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЯХ**

А.Н. Илларионова

преподаватель, ПФ ПГУПС, г. Петрозаводск

***Аннотация.** Железнодорожная сеть РФ, в настоящее время работает в интенсивном режиме, что позволяет обеспечивать перевозки разных по объему и назначению грузов, а также выполняет важнейшую для страны задачу доставку потребителям продукты питания, сырье, комплектующие, предметы первой необходимости и т.д. Одним из способов перевозки массовых грузов является маршрутизация поездопотока, при наличии грузов в незначительных объемах применяют повагонные отправки. Но в обоих случаях может возникать необходимость в расформировании, перестроении и формировании составов поездов, а также формировании подач в адрес предприятий – получателей грузов или стыковых пунктов, где осуществляется передача груза с одного вида транспорта на другой. Расформирование составов является важнейшим элементом в сокращении времени переработки составов на станциях, для минимизации данного процесса используют сортировочные горки различной мощности. Сортировочная горка – специальное устройство, где расформирование составов происходит, благодаря скатыванию вагонов или групп вагонов под действием силы тяжести и стартового импульса (толчка) от горочного локомотива.*

В настоящее время на сети российских железных дорог 229 горочных станций оборудованы горками малой мощности, средней мощности, большой мощности и повешенной мощности. На участковых и грузовых станциях, для расформирования вагонов используются горки малой мощности, которые составляют 62% и горки средней мощности составляющие 29 % от всех используемых сортировочных устройств на сети. В данной статье выполнены исследования и произведено сравнение сортировочных горок малой мощности, расположенными на участковых станциях, когда в подгорочных горловинах используются стрелочные переводы разных марок.

***Ключевые слова:** сортировочные горки, марки крестовины, участковые станции, грузовые станции.*

Для расформирования и формирования участковых, сборных и передаточных поездов и подборки местных вагонов по пунктам выгрузки предусматриваются сортировочные устройства, которые включают сортировочные парки, горки, вытяжные пути и стрелочные горловины на

уклонах. Сортировочные устройства могут быть основные и вспомогательные, а также горочные, на которых сортировка происходит с использованием силы тяжести вагонов и безгорочные, где используется сила тяги локомотивов и сила тяжести вагонов, и на горизонтальных площадках, где используется только сила тяги локомотива.

Для выполнения функций основного сортировочного устройства проектируются горки повышенной, большой, средней и малой мощности с сортировочными парками. Для вспомогательных устройств проектируются горки средней и малой мощности, и негорочные устройства вместе с сортировочными парками.

Сортировочные устройства проектируются как единая комплексная технологическая система. Тип и мощность основных и вспомогательных сортировочных устройств устанавливается на основе технико-экономических расчетов, в зависимости от размеров и структуры перерабатываемых вагонопотоков. Расчетные прогнозные размеры вагонопотоков определяются для сортировочных станций на 10-й год эксплуатации, а для остальных станций на 5-й год эксплуатации.

Оснащенность сортировочных горок, соответствующая современным требованиям, важное условие их качественного функционирования, которое направлено на сокращение простоев вагонов на станциях и своевременную доставку грузов клиентам. Современные горочные механизмы должны отвечать новым эксплуатационно-техническим требованиям, в первую очередь, по надежности, экономичности, металлоемкости, быстродействию и трудозатратам на обслуживание.

Однако в настоящее время, все же большинство участковых и грузовых станций применяют безгорочную технологию расформирования составов. На данном типе станций, в основном, сооружают горки малой и средней мощности.

Особенности технологических задач, решаемых с использованием горок малой мощности на участковых станциях определяют дополнительные требования к техническому оснащению и структуре путевого развития этих сортировочных устройств, в том числе к общей конфигурации горочной горловины (асимметричной, симметричной), количеству и схеме включения в нее путей, укладываемых в обход горба горки для отправления с сортировочных путей организованных поездов или подач в направлении, обратном направлению сортировки, и для выполнения маневровых передвижений, связанных с группировкой вагонов в составах поездов и подач.

Горочная технология требует комплексной механизации процесса сортировки вагонов. Поэтому горки малой мощности следует оборудовать средствами механизации торможения вагонов и электрической централизацией

стрелок или горочной автоматической централизацией. При этом механизации операций перевода стрелок и торможения вагонов на горке малой мощности эксплуатируемой станции должно, как правило, предшествовать переустройство горловины сортировочного парка и замена стрелочных переводов с крестовинами марки 1/9 на 1/6.

Путевое развитие сортировочных горок малой мощности должно отвечать требованиям компактного расположения стрелочных переводов и пучкообразного построения горочной горловины для уменьшения ее длины. Это обеспечивает более высокую перерабатывающую способность, позволяет уменьшить высоту горки, а также суммарную мощность тормозных средств и объем механической работы при торможении сортируемых вагонов по сравнению с иными типами горочных горловин. Наиболее целесообразно устраивать горочную горловину с применением симметричных стрелочных переводов с крестовинами марки 1/6.

Горки малой мощности (ГММ) проектируются с учетом структуры вагонопотока и трудоемкости маневровых операций для переработки от 250 до 1500 вагонов в среднем в сутки при числе путей в сортировочном парке от 4 до 16 (включительно). Они проектируются, как правило, с одним путем надвига и одним спускным путем. Для тяжелых климатических условий, а также в случае использования ГММ для формирования групп составов групповых поездов и подач вагонов допускается устройство двух путей надвига и двух горбов. В этом случае вершины горки могут располагаться на разных отметках, особенно на станциях с сильными ветрами и при переработке вагонопотока со значительным (более 30 %) содержанием порожних и легковесных вагонов.

Сортировочные горки малой мощности, имеющие 12 – 16 путей, сооружаемые на станциях с сильными ветрами, в зависимости от объема и характера работы могут оборудоваться двумя тормозными позициями на спускной части, а также одной парковой тормозной позицией. В остальных случаях ГММ следует оборудовать вагонными замедлителями, устанавливаемыми, как правило, на одной (пучковой) тормозной позиции спускной части и одной парковой тормозной позиции.

На ГММ с 4 – 6 путями, проектируемых на небольшой объем переработки (до 600 вагонов в среднем в сутки), на станциях, расположенных в регионах с благоприятными климатическими условиями, допускается устраивать только одну механизированную тормозную позицию (на подгорочных путях), оборудованную замедлителями.[1] При этом горочная горловина должна обязательно проектироваться короткой, компактной и укладываться из стрелочных переводов с крестовинами марки 1/6.

Секция «Инфраструктура железных дорог»

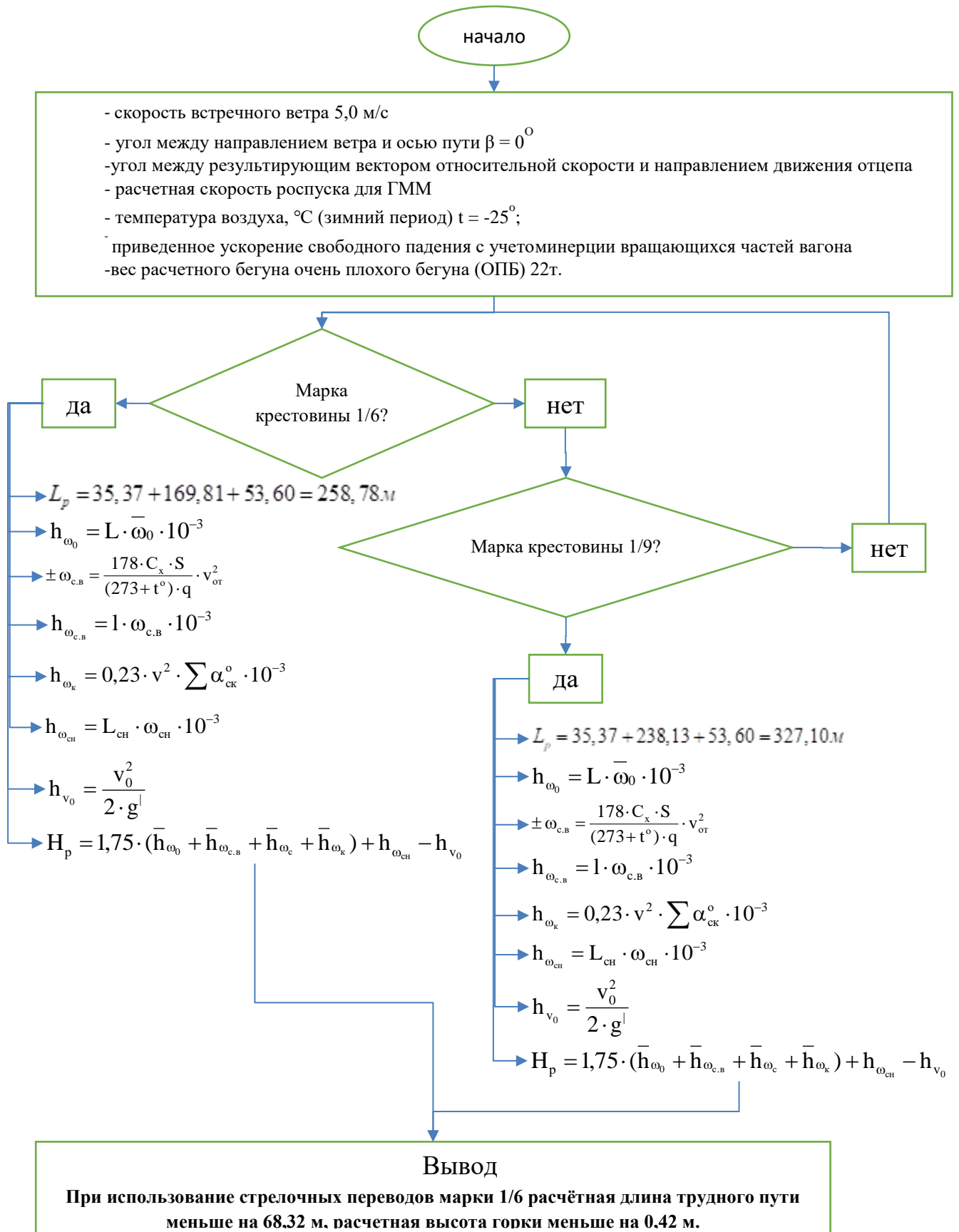


Рисунок 1 - Фрагмент алгоритма расчета высоты сортировочной горки малой мощности для безгорочных участковых станций

Поступление в вагонный парк многоосных и специальных (рефрижераторных и др.) вагонов высокой стоимости для перевозки ценных грузов требует повышения эффективности торможения и точности выполнения заданного режима скорости скатывания вагонов. Это сужает сферу возможного применения башмачного торможения и систем башмаконакладывателей разных систем.

В отдельных случаях на ГММ допускается организация немеханизированной парковой тормозной позиции, на которой торможение отцепов осуществляется тормозными башмаками.

На ГММ в целях повышения их маневренности может устраиваться несколько выходов с отдельных пучков подгорочных путей в обход горба, с разных сторон или по одну его сторону. При этом горка с числом путей 8 и менее должна, как правило, иметь обход горба со всех подгорочных путей с примыканием его к горочной горловине до первой разделительной стрелки или с устройством перекрестных съездов.

На участковых и грузовых станциях план и профиль горки малой мощности должны обеспечивать возможность отправления поездов в обход горба горки с части сортировочных путей (крайнего пучка) в сторону, противоположную направлению сортировки.[2]

Горка малой мощности оборудуются вагонными замедлителями, ГАЦ и устройствами очистки стрелок от снега.

Правильность построения плана сортировочной горки существенно влияет на производительность и безопасность её работы.

Основными элементами сортировочной горки являются: подвижная часть, перевальная часть (горб горки), спускная часть и подгорочный (сортировочный) парк.

Подвижная часть горки предназначена для подачи вагонов к вершине горки. Путь надвига имеет длину, как правило, 200 – 600 м, включая горловину парка приёма [3].

В данной статье предлагается рассмотреть переход от безгорочной станции к горочной на участковой станции и запроектировать сортировочную горку малой мощности в двух вариантах. Принципиальной особенностью первого варианта является применение стрелочных переводов марки 1/6 при рельсах Р65, что позволит сократить горочную горловину сортировочного парка. Второй вариант как альтернативный будет запроектирован с использованием стрелочных переводов марки 1/9 при рельсах Р65. Остальные проектные решения будут общими для двух вариантов, а именно устройство кривых сразу за хвостом крестовины; применением радиусов кривых 200 м с допустимым уменьшением их за крестовинами последних переводов до 180 м (в

обоснованных случаях); укладкой минимально допустимых вставок между смежными стрелочными переводами.

Такие преимущества дают право предположить, что марка крестовины 1/6 потребует меньшие капитальные затраты на обустройство горки малой мощности на рассматриваемой участковой станции. Окончательное решение можно принять после проведения экономического сравнения капитальных и эксплуатационных затрат на обустройство сортировочных горок малой мощности по рассматриваемым вариантам.

Список использованных источников

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/1885617.html>

2. Проектирование участковых станций: учебное пособие / Ю.И. Ефименко, С.И. Логинов, Л.А. Олейникова, М.В. Губарь, В.В. Костенко, В.В. Васильев - СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. - 58с.;

3. Проектирование сортировочных горок. Дополнительные разделы: учебное пособие/ В.Е. Павлов, М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко. – Ленинград: ЛИИЖТ, 1987 – 96с.

УДК 656.25

ГРНТИ 73.29.75

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Г.Г. Курашева

аспирант, РОАТ РУТ (МИИТ), г. Москва, РФ

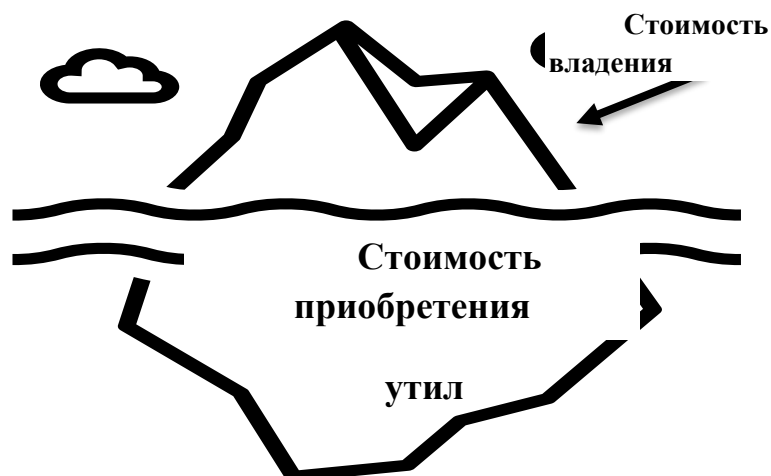
Аннотация. *Устройства сигнализации, централизации и блокировки являются одной из основных подсистем в надстройке железной дороги. Система автоматики и телемеханики железной дороги обеспечивает безопасную и высокую производительность поездов. Основная функция систем автоматики и телемеханики заключается в обеспечении необходимой пропускной способности и требуемого уровня безопасности железных дорог. Средства автоматики и телемеханики состоят из подвижных и фиксированных механических деталей, а также сигнальных и электрических систем. Каждая из этих устройств нуждается в техническом обслуживании и подвержена сбоям, которые в конечном итоге приводят к нарушению безопасности движения поездов. Поэтому необходимо регулярно проводить диагностику состояния всех систем, чтобы своевременно нейтрализовать*

неблагоприятные события, в том числе те, которые возникают из-за отказа технических средств. Анализ жизненного цикла системы железнодорожной автоматизации позволит выявить проблемные моменты и оценить экономические последствия при ее эксплуатации [1].

Ключевые слова: железнодорожная автоматика; жизненный цикл; стоимость жизненного цикла; телемеханика; владение; метод; эксплуатационные расходы.

В связи с неуклонным, повсеместным техническим прогрессом степень годности к ремонту, стоимость эксплуатации и безотказность функционирования имеют решающее значение для удовлетворения постоянно растущих потребностей в железнодорожных перевозках. Цель состоит в том, чтобы в условиях непрерывно меняющейся обстановки еще больше обеспечить надёжность, безопасность и необходимой пропускной способности железных дорог, а также повысить производительность труда. Состояние надежности неразрывно связано с отказами технических средств. Увеличивается число отказов – уменьшается надежность работы транспорта.

Современные средства железнодорожные системы автоматики и телемеханики (ЖАТ) должны быть надежными и ремонтпригодными на протяжении всего срока службы. Стоимость владения зависит не только от первоначальной стоимости продукта (цена приобретения), но и от ожидаемых затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание продукта в течение всего срока службы, а также от затрат на утилизацию (рисунок 1).



*Составлено автором

Рисунок 1- Стоимость жизненного цикла

Для достижения удовлетворенности клиента, задача изготовителя заключается в разработке продукта, которая отвечает требованиям и является надежным и экономический конкурентоспособным. Этот процесс оптимизации

в идеале должен начинаться с момента проектирования технического средства и должен быть расширен с учетом всех затрат, которые будут понесены на протяжении всего срока его службы. Все решения, принимаемые в отношении проектирования и изготовления продукта, могут повлиять на его производительность, безопасность, надежность, ремонтпригодность, требования к техническому обслуживанию и т. д. и в конечном итоге определять его цену, стоимость владения и утилизации.

В настоящее время железнодорожная инфраструктура часто оснащена системами автоматики и телемеханики, которые не отвечают растущим требованиям к трафику. До недавнего времени, стоимость технического средства повсеместно определяла возможность его закупа или предпочтение ему альтернативы [2, С.37]. В настоящее же время востребованы только системы и устройства, которые надежны в эксплуатации и легко ремонтируются. Решение о внедрении принимается не только с учетом начальной цены системы, но и с учетом ожидаемых затрат на эксплуатацию и ремонт в течение всего срока службы, а также затрат на утилизацию. В том числе, обеспечивающие низкие затраты на установку и быстрое внедрение.

Комплексное обслуживание систем ЖАТ на этапе эксплуатации имеет важное значение для безопасности и производительности. Можно проследить тесную связь между количествами и продолжительностью отказов и степенью снижения качества производственных процессов транспорта. Чем чаще отказы оборудования и дольше процесс их ремонта, тем больше ухудшается производственный процесс отрасли и больших затрат стоит устранение неисправностей и соответствие требованиям конкурентного рынка [3, С.74]. Неподходящие походы технического обслуживания приводят либо к высоким показателям отказов, либо к значительным затратам на техническое обслуживание. По этой причине необходимы надлежащие методы и инструменты, дабы исключить снижение качества систем ЖАТ и увеличения непроизводительных расходов вследствие отказов. Улучшения систем железнодорожной автоматики и телемеханики на протяжении всего его жизненного цикла могут быть достигнуты за счет оптимизации эксплуатации и обслуживания.

Управление жизненным циклом охватывает все этапы в течение всего срока службы (рисунок 2). На этапе проектирования и разработки, определяются объем инвестиций, затраты на эксплуатацию, техническое обслуживание систем автоматики и телемеханики. Любая система или оборудование должна быть максимально эффективными, надёжными и долговечными. Тогда как осуществление жизнеобеспечения, эксплуатация, ремонтпригодность, возможность модернизации должны быть дешевыми.



Рисунок 2 – Жизненный цикл систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Таким образом, оборудование, технические системы и услуги, производимые посредством их, будут всегда востребованы и маргинальны как для производителя, так и для потребителя, что стремительно оптимизирует отрасль, так и экономику в целом [4, С.304].

При разработке новых технологий систем ЖАТ необходимо учитывать совместимость унаследованной с новой технологией, это является важным вопросом на этапе проектирования. Таким образом, новые устройства должны быть адаптивными. Для новой разработки, жизненный цикл устройств ЖАТ и функциональность каждого компонента должна быть тщательно продумана. Таким образом, требования к проектированию и разработке новых технологий на железных дорогах, должны учитывать как и унаследованные так и усовершенствованные системы.

Когда система автоматики и телемеханики нового поколения применяется к железнодорожной сети, возникают проблемы с его внедрением поверх существующей инфраструктуры. Это происходит на четвертом этапе установки и внедрения. Это вызвано в основном двумя фактами. Во-первых, требуется совместимость систем ЖАТ, транспортных средств и инфраструктуры. Во-вторых недостаточными знаниями обслуживающего персонала. Наряду с модификацией существующих разработок новых видов технических систем ЖАТ и оборудования жизненно важна полноценная подготовка и обучение технического персонала, который понимает технологический процесс и грамотно обеспечивает работу систем и отдельного оборудования [5, С.32].

Технические средства во время эксплуатации необходимо поддерживать, ремонтировать, дополнять, обновлять и т. д., и поэтому на этапе эксплуатации

возникает огромная часть расходов. С точки зрения времени, этап эксплуатации и техобслуживания, как правило, имеет самую длинную продолжительность. Когда средства ЖАТ проходят техобслуживание раньше, чем необходимо, обслуживающая компания терпит убытки. Однако задержка техобслуживания может привести к поломкам и дополнительному дорогостоящему ремонту. В настоящее время, стратегия технического обслуживания основана на определенном объёме с определенной периодичностью. Всё-таки техническое обслуживание «по состоянию» гораздо более экономичная стратегия. Обнаружение дефектов, вызывающих сбои на начальном этапе, позволит сэкономить значительные средства, повысив общий экономический эффект производства. Но это требует непрерывного мониторинга состояния и качественной диагностики и прогнозирования [6, С.142].

В конце концов, после того, как продукт устарел, его нужно утилизировать. Даже затраты на утилизацию являются важной частью проекта. В зависимости от соответствующего законодательства могут потребоваться дополнительные мероприятия по утилизации определенных продуктов.

Задача инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» - повысить качество работы, при этом сократить потребляемые ресурсы. Хозяйство автоматики и телемеханики сталкивается с нестандартной задачей: они должны сократить технические сбои, улучшив качество обслуживания и ремонта устройств, одновременно сокращая ресурсы выделяемые для этих расходов.

Благодаря систематическому сотрудничеству на всех этапах жизненного цикла с разработчиками устройств ЖАТ и их производителями, могут быть достигнуты установленные цели с точки зрения качества, надежности, стоимости и функциональности [7, С.309-310].

Список используемых источников

1. Бражникова С. В. Экономическая оценка эффективности и качества производственной деятельности структурных подразделений железнодорожного транспорта. автореф. дис. на соиск.учен. степ. канд. тех. наук: 08.00.05/ МИИТ .Москва, 2015. С.98.

2. Курашева, Г. Г. Особенности оценки стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики / Г. Г. Курашева, А. В. Горелик // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 4(106). – С. 37-41.

3. Бражникова С. В. Экономическая оценка эффективности и качества производственной деятельности структурных подразделений железнодорожного транспорта: автореф. дис. на соиск.учен. степ. канд. тех. наук. С.74.

4. Ларин И.В. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте // Основные направления модернизации технических средств: материалы

докладов Восьмой Международной научно-практической конференции «ТрансЖАТ – 2016». – Ростов– на– Дону, – С.304.

5. Кошкин А.Ю. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте // Обеспечение функциональной безопасности систем автоматики и телемеханики в процессе опытной эксплуатации и при вводе в постоянную эксплуатацию: материалы докладов Восьмой Международной научно – практической конференции «ТрансЖАТ – 2016». – Ростов– на – Дону, – С.32.

6. Раменская Т.И. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте // О задачах по повышению эффективности работы хозяйства автоматики и телемеханики: материалы докладов Восьмой Международной научно-практической конференции «ТрансЖАТ – 2016». – Ростов-на-Дону, – С.142.

7. Новикова В.Н. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте // О взаимодействии с поставщиками на изготовление, внедрение и сопровождение продукции для хозяйства автоматики и телемеханики ЦДИ ОАО «РЖД»: материалы докладов Восьмой Международной научно-практической конференции «ТрансЖАТ – 2016». С. 309– 3010.

УДК 625.1

ГРНТИ 73.29.11

ГОРЬКОВСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

Куценкова Л.С.

преподаватель, Самарский Государственный Университет путей сообщения филиал в городе Нижнем Новгороде

Аннотация. Россия – самое большое государство в мире. Её площадь превышает 17 млн. км², а расстояние между крайними географическими точками составляет 8230 км. Поэтому транспорт играет большую роль в такой огромной стране. Только благодаря ему становится возможным перемещение грузов, перевозка пассажиров, доставка корреспонденции.

Наиболее развитый вид отечественного транспорта, осуществляющий более 40% мирового оборота грузов и 18% потока пассажиров – это железнодорожный транспорт (при общей протяжённости железнодорожных путей в 121 тыс. км, что составляет третий показатель в мире, после Китая и США).

Кроме грузоперевозок, железнодорожный транспорт осуществляет пассажирооборот на дальние расстояния – 70%, а также пригородные и внутригородские сообщения – 30%.

Ключевые слова: железная дорога, станции, магистраль, города, республики

Одним из основных видов транспорта России является железнодорожный, с помощью которого осуществляются грузовые и пассажирские перевозки по рельсам путем механической тяги. На него приходится 44,4% всего грузооборота страны.

2022 год для Горьковской железной дороги является особенным.

1 августа 1862 года, то есть 160 лет назад, в эксплуатацию была принята вся линия, и от Нижнего Новгорода до Москвы отправился первый поезд. Именно эта дата является началом образования Горьковской железной дороги.

Горьковская железная дорога – филиал ОАО «РЖД» - магистраль, которая обслуживает Среднее Поволжье и Предуралье и кратчайшим путем связывает центральные и северо-западные районы России с Уралом, открывая выход в Сибирь, на Дальний Восток.

Эксплуатационная длина Горьковской железной дороги – 5296,4 километров, а 2896 километров – это электрифицированные линии. Протяженность главных железнодорожных путей Горьковской железной дороги – 7959,4 километров. Общая развернутая длина -11873,2 километров.

В составе магистрали – пять регионов: Муромский, Горьковский, Кировский, Казанский, Ижевский. Горьковская железная дорога граничит с Московской (станции Петушки, Черусти), Свердловской (станции Чепца, Дружинино), Северной (станции Новки, Сусоловка, Свеча). Куйбышевской (станции Красный Узел, Цильна, Алнаши).

На Горьковской железной дороге действует 377 станций, свыше 250 ведут грузовые операции. Крупнейшими сортировочными станциями ОАО «Российские железные дороги» являются: Нижний Новгород-Сортировочный, Лянгасово, Агрыз, Юдино.

На Горьковской железной дороге работает 14 основных локомотивных ремонтных и эксплуатационных депо, 4 мотор-вагонных депо, 25 дистанций пути, 12 путевых машинных станций, 9 дистанций электроснабжения.

Горьковская магистраль обслуживает в основном, разумеется, Приволжский федеральный округ. Но несколько сот километров её линий проходят и по соседним Центральному и Уральскому округу, есть станции и в Северо-Западном. В зоне обслуживания дороги попадают 15 регионов России.

Регион	Описание
Нижегородская область	около 77 тысяч кв.км. территории и 3,5 млн жителей. Это крупнейший на дороге вокзал, который находится в самом большом городе Поволжья – Нижнем Новгороде, где

Секция «Инфраструктура железных дорог»

Регион	Описание
	<p>население превышает 1,28 млн. Именно сюда пролёт из Москвы второй в России маршрут высокоскоростных поездов «Сапсан». Здесь работают завязанные на железную дорогу мощные нижегородские предприятия. А рядом с центром региона находится и лидер дороги по погрузке – станция Зелецино возле нефтеперерабатывающего комплекса в городе Кстово. Другой важный грузоотправитель региона – ОАО «Выксунский металлургический завод» - крупнейший в мире производитель колёс для рельсового транспорта. С дорогой работают предприятия в городах Арзамасе, Балахне, Бору, Дзержинске, производящие стройматериалы, бумагу, стекло, химическую продукцию, сложную технику – они смогли возникнуть и работают теперь только благодаря железной дороге. И неслучайно потоки вагонов с грузами сходятся на окраине главного города региона с федерального округа – на станции Нижний Новгород – Сортировочный. Там формируется до 70 поездов в сутки.</p>
<p>Республика Марий Эл</p>	<p>площадью 23 тысячи квадратных километров с населением 750 тысяч. Нефтепродукты ОАО «Марийский нефтеперегонный завод» со станции Табашино, продукция предприятий марийской столицы с станции Йошкар-Ола, Волжского целлюлозно-бумажного комбината со станции Волжск, лес, стекло, стройматериалы – всё это уходит из республики в разные регионы России и за рубеж по стальным магистралям.</p>
<p>республика Чувашия</p>	<p>площадь свыше 18 тысяч квадратных километров и население 1,35 млн человек, - также целиком обслуживание Горьковской магистралью. Машиностроительные и литейные производства Чебоксар, химическое – Новочебоксарска, вагоностроение и вагоноремонт Канаша не могут обойтись без доставки сырья и продукции железнодорожным транспортом.</p>
<p>Кировская область</p>	<p>свыше 120 тысяч квадратных километров с населением 1,5 млн. Дорога работает с многочисленными лесозаготовительными предприятиями региона, с химиками Кирово – Чепецка, машиностроителями Кирова, Вятских Полян, металлургами Омутнинска. На окраине областного центра действует одна из крупнейших сортировочных станций дороги – Лянгасово, а в центре Кирова – вокзал, входящий на дороге в первую тройку по числу отправляемых пассажиров.</p>
<p>Республика Удмуртия</p>	<p>регион площадью 42 тысячи квадратных километров с населением около 1,6 млн жителей знаменит своим</p>

Регион	Описание
	машиностроением и металлургией, его называют одним из российских арсеналов, где производят различные виды вооружений. И предприятия Ижевска, Глазова, Воткинска, Сарапула отправляют и получают ежедневно десятки вагонов с грузами.
Владимирская область	Линии дороги проходят по центру, южной и восточной части региона, станции находятся в крупнейших городах – в центре региона Владимире, в Коврове, Муроме, Гусь – Хрустальном. Постоянные клиенты дороги – предприятия машиностроительной, стекольной промышленности, стройиндустрии
Республика Мордовия	Горьковская железная дорога охватила север республики. Тысячи вагонов с грузами ежемесячно отправляет здесь станция Нуя, рядом с которой находится мощный производитель стройматериалов ОАО «Мордовцемент».
Республика Татарстан	Горьковская железная дорога обслуживает столицу – Казань – один из крупнейших городов России с населением в 1,1 млн жителей и многопрофильной промышленностью, работает с предприятиями города машиностроителей Зеленодольска, с производителями сельхозпродукции из района севера и запада республики. Потоки поездов сходятся к двум сортировочным станциям республики – Агрызу и Юдину. В Казани действует один из крупнейших на дороге вокзалов.

На Горьковской магистрали стоят в южной части **Пермского края** город нефтехимиков и машиностроителей Чайковский, город нефтяников Чернушка, город севера республики **Башкортостан** Нефтекамск и Янаул. В **Свердловской области** среди гор – город и многопрофильный узел Горьковской железной дороги Красноуфимск, который принято назвать «ворота Урала». Есть у магистрали линии и станции и еще в четырех регионах – **Вологодской, Московской, Рязанской, Ульяновской областях**.

Всего Горьковская железная дорога обслуживает территорию свыше 390 тысяч квадратных километров. Это больше по размерам, чем, например, Япония, Германия или Финляндия. Здесь живет около 12 млн человек – 8% населения России. На линиях Горьковской железной дороги, в непосредственной близости с ними или на подъездных путях, ведущих к ее станциям, стоит 74 города.

Мощное, развитое транспортное хозяйство, нацеленное на обслуживание экономики и граждан России, совершенные технологии, сотни тысяч квалифицированных на ее предприятиях, подразделениях, в филиалах дочерних зависимых обществ огромной корпорации ОАО «РЖД», - вот что такое сегодня Горьковская железная дорога.

Список использованных источников

1. <https://nauka.club/geografiya/transportnaya-sistema-rossii.html>
2. Горьковская железная дорога.-Нижний Новгород:2014-288с., илл.

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.81

**ВЛИЯНИЯ ОТКАЗОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ
УЧАСТКОВ ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА**

Ж.М. Мороз

канд. ф-мат. н., доцент КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

А.И. Васекин

канд. тех. н., доцент КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация: *Целью анализа является исследование за период с 2016 по 2021 годы динамики изменения отказов технических средств (далее ОТС) и выявление степени её влияния на снижения или увеличения наличной пропускной способности участков Восточного полигона (далее ВП). Данное исследование является наиболее актуальным в связи с внедрением инновационной технологии Виртуальная сцепка движения поездов (далее ВСЦ) на участке Восточного полигона.*

Ключевые слова: *пропускная способность, отказы, Виртуальная сцепка*

Правительством РФ утверждён паспорт федерального проекта «Развитие железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона железных дорог» до 2024 года. Задача проекта решить проблему увеличения пропускных возможностей БАМа и Транссиба, которая тормозит развитие экономики страны. Решение данной задачи возможно благодаря внедрению системы интервального регулирования движения поездов на «виртуальной сцепке» (ВСЦ), как одной из инновационных технологий в настоящее время разрабатываемой и планируемой к внедрению в ОАО «РЖД».

Интервальное регулирование движением поездов на современном этапе это технология, обеспечивающая возможность пропуска потока поездов с минимальным интервалом между поездами, как в правильном, так и в неправильном направлениях [1]. Поэтому эффектообразующим фактором организации движения ВСЦ поездов является увеличение пропускной способности железнодорожных участков на 10 -15 %.

Целью данной статьи является проведение анализа данных по отказам технических средств за период с 2016 по 2021 годы и выявление степени её

влияния на снижение или увеличение наличной пропускной способности участков Восточного полигона.

Анализ деятельности Восточного полигона показал, что уровень надежности технических средств (локомотивов, вагонов, путевых устройств, СЦБ и др.) напрямую влияет на увеличение пропускной способности участков. Добиться увеличения пропускной способности железнодорожных участков в настоящее время возможно за счет выполнения двух факторов: уменьшения межпоездного интервала до $I \approx 6 \div 8$ минут и сохранения нормативного значения коэффициента влияния отказов в работе технических устройств на наличную пропускную способность перегонов.

В настоящее время на железнодорожном транспорте для учета роста отказов технических средств при расчете пропускной способности введен коэффициентом α_n , как комплексный коэффициент, учитывающий влияние отказов в работе технических устройств на наличную пропускную способность перегонов. Нормативное значение данной величины должно быть в пределах $\alpha_n = 0,91$.

Для расчета количества поездов, прохождение которых возможно в течении суток, используется следующая формула:

$$n = \frac{(1440 - t_{\text{техн}}) \cdot \alpha_n}{I} \quad (1),$$

где 1440 – количество минут в сутках;

$t_{\text{техн}}$ - продолжительность технологического времени, предоставляемого в графике движения для выполнения работ по текущему содержанию объектов инфраструктуры, мин.;

I - расчетный межпоездной интервал, мин.

Величина отказов технических средств (ОТС) зависит от очень многих факторов и поэтому изменяется в большом диапазоне. Отказы делятся по характеру на конструкционные, производственные, эксплуатационные, деградационные.

Секция «Инфраструктура железных дорог»

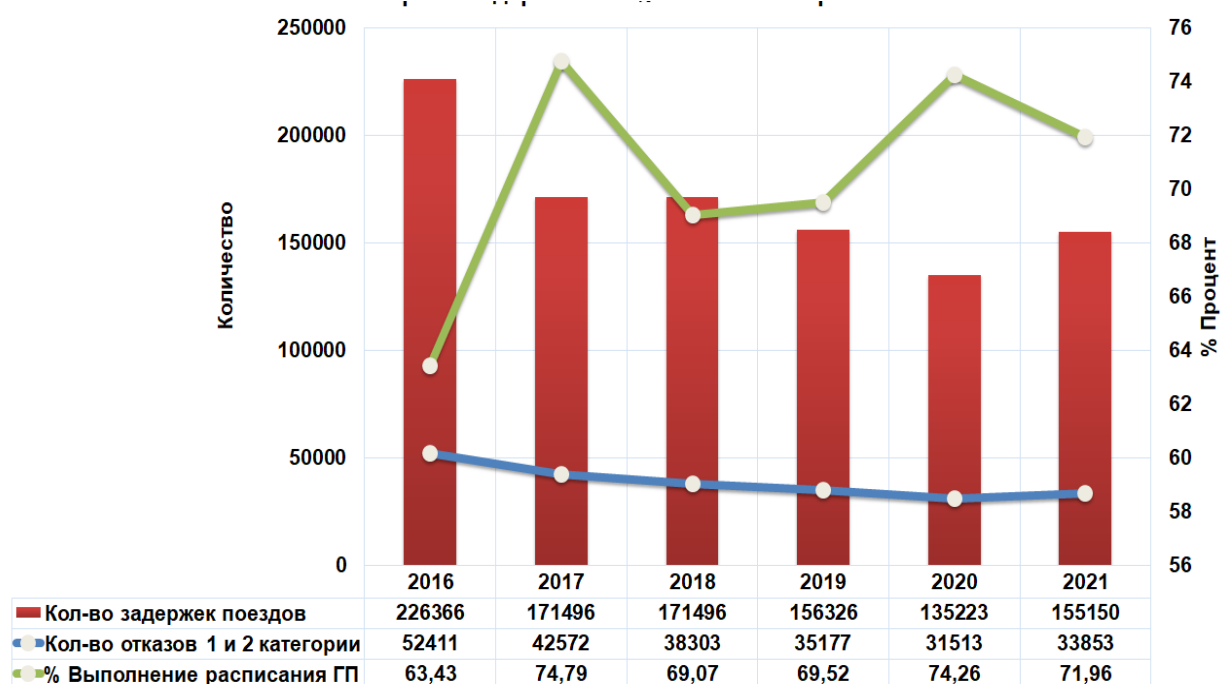


Рисунок 1. Взаимосвязь ОТС 1-2 категории, задержки грузовых поездов - %, выполнения расписания грузовых поездов в период с 2016 по 2021 год

На рисунке 1 представлено количество отказов технических средств за последние 6 лет с 2016 по 2021 года по сети дорог и их влияние на количество задержек поездов и на невыполнение расписания. Можно отметить, что наблюдается прямая зависимость количества отказов технических средств 1 и 2 категории и количества задержек поездов на протяжении всего рассматриваемого периода времени. Из полученных данных видно, что при расчете наличной пропускной способности железнодорожных участков, определения плановых значений участковой и технической скоростей движения грузовых поездов и ряда других параметров необходимо учитывать не только отказы инфраструктуры и подвижного состава, но и технологические нарушения, связанные с человеческим фактором. Анализ полученных данных по Восточному полигону также показал, что если на одно технологическое нарушение приходится **127,19** поездо-минут потерь, то на один отказ инфраструктуры и подвижного состава – **1037,72** поездо-минут (что в **8** раз больше чем при технологическом нарушении). Так же можно говорить и о том, что наличие на данном направлении хотя бы одного железнодорожного участка с минимальным значением коэффициента надежности свидетельствует о проблемах наличной пропускной способности целого направления. Например, для Транссиба таковым является участок Карымская – Чернышевск-Забайкальский (с коэффициентом надежности **0,919**), который и ограничивает наличную пропускную способность направления Мариинск – Смоляниново.

Из представленного графика видно, что количество отказов 1 и 2 категории стремятся к уменьшению, что для данного показателя желательно. Анализ данных показал, что количество отказов за рассматриваемый период с 2016 по 2021 годы уменьшилось на 35 %, что позволило увеличить процент выполнения расписания с 63 до 71 %.

Если в дальнейшем система факторов не изменится, то в 2022 году можно ожидать еще большего снижения значения отказов.

Список использованной литературы

1. Васекин, А. И. Новые технологии в бизнес-модели "цифровая железная дорога" / А. И. Васекин, Ж. М. Мороз // Цифровизация транспорта и образования: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири, Красноярск, 09–11 октября 2019 года. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», 2019. – С. 317-323.

2. Рыжаков, С. А. Система интервального регулирования движения поездов / С. А. Рыжаков // Молодежная наука : Труды XXV Международной студенческой научно-практической конференции, Красноярск, 22–24 апреля 2021 года. – Красноярск: КРИЖТ ИрГУПС, 2021. – С. 115-119.

3. Мороз, Ж. М. Технология интервального регулирования движением поездов «виртуальная» сцепка, как элемент концепции цифровой железной дороги / Ж. М. Мороз, А. И. Васекин // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года / Редколлегия: В.А Поморцев (отв. ред.) [и др.]. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Иркутский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 222-225.

4. Васекин, А. И. Киберфизические системы в бизнес-модели "цифровая железная дорога" / А. И. Васекин, Ж. М. Мороз, Н. Г. Шабалин // Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава : Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 24–25 марта 2020 года / Под редакцией И.К. Лакина. – Красноярск: Акционерное общество "Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги", 2020. – С. 168-174.

**ФОРМИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЛЬСА
ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ВОЗДУХА**

Д.А. Науменко

старший преподаватель, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Е.В. Горбатов

студент, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Д.В. Дудкин

студент, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

К.В. Сидорова

студент, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Т.А. Таштадинова

студент, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Е.И. Шалахова

студент, ФБГОУ ВО КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация: Сравнительный анализ разностей температур рельса и воздуха в пределах Красноярской железной дороги.

Ключевые слова: температура воздуха, температура рельсов, разница температур рельса и воздуха, рельс холоднее воздуха.

При выполнении любых работ на бесстыковом пути важнейшим фактором является температура рельса t_p . Следовательно, её оценка и прогноз- становятся важнейшим условием безопасного выполнения путевых работ [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Общеизвестно [2, 3], что температура рельса формируется как:

$$t_p = t_b + \tau$$

под действием двух основных факторов:

t_b -температура воздуха;

τ -солнечный нагрев рельса;

В источнике [4], приводится константа предельного значения солнечного нагрева $+20^\circ$ однако, без ссылок на конкретные исследования. Принимая во внимание опросы инженеров и руководителей, проходивших курсы повышения квалификации по бесстыковому пути в Красноярском институте железнодорожного транспорта (КрИЖТ), исследовательской группой была выдвинута гипотеза: возможна ситуация, когда рельс окажется холоднее воздуха, иначе говоря, о существовании отрицательной разности температур воздуха и рельса:

$$t_p - t_b \leq 0^\circ$$

то есть:

$$\tau \leq 0^{\circ}$$

Целью настоящей работы является изучение температуры рельса при отрицательных температурах воздуха, путём анализа доступных статистических данных о разности температур воздуха и рельса на части полигона Красноярской железной дороги. В качестве исходных данных использовались подлинники журналов температурного контроля со следующих станций Красноярской железной дороги: Красноярск, 4100 км; Тяжин, 3773 км., Иланск, 4375 км., Ачинск – Зерцалы, 3910 км, Аверьяновка – Суслово, 3743 км. Выбор станций был обусловлен доступностью данных исследовательской группе.

При анализе температур принимались к изучению только те временные интервалы, при которых существовала разница температур воздуха и рельса более одного градуса, интервалы времени, когда разница температур воздуха и рельса отсутствовали-игнорировались, и не вносились в базу данных. Изучались журналы за 2018, 2019, 2020, 2021 г. наибольшее внимание уделялось сезонам: весна, осень, зима. Данные вносились в разработанную базу данных «Анализатор температурных данных» под управлением OpenOffice Base. Разработанные запросы с вычисляемым полем позволяют вычислять температуру солнечного нагрева и позволяют находить максимальное значение солнечного нагрева, как абсолютное, так и по отдельным станциям.

Изучение результатов наблюдений показывает, что сочетание условий, когда рельс оказывается холоднее воздуха- существует, следовательно величину τ методически верно именовать разностью температур рельса и воздуха. Наибольшее значение разности температур, на исследуемом участке составило -7°, при двукратном повторении за период наблюдений:

- Ст. Тяжин, 3773 км, 22.10.20 18:00 местного времени, при температуре воздуха -10°;

- Иланск, 4375км 21.02.21 20:00 местного времени, при температуре воздуха +2°, что явилось совершенно неожиданным для исследовательской группы;

Картина наибольших значений отрицательных разностей температур воздуха и рельса, сложилась следующая:

Таблица 1 – Проявления наибольшей разности температуры рельса и воздуха

Место измерения	Разность температуры воздуха и рельса	Температура воздуха	Время и дата
1	2	3	4
Иланск, 4375км	-6°	-3°	18:00 03.02.21
Иланск, 4375км	-6°	-7°	8:00 04.02.21
3910 км	-5°	14°	2:00 09.06.18

Иланск, 4375км	-5°	-2°	12:00 05.03.21
3743 км	-5°	+25°	10:00 05.07.20
Красноярск, 3910 км	-4°	+23°	10:00 08.05.19
Красноярск, 3910 км	-4°	+23°	16:00 08.05.19

При этом:

- Разница температур -3° дала 6 повторений;
- Разница температур -2° дала 29 повторений при различных значениях температуры воздуха, причем на осенние и зимние месяцы приходится 13 повторений, а 16 - на весенние и летние месяцы;

Выявлено, что наибольшие разности температур, не совпадают с экстремальными температурами, по времени проявления. В частности, за упомянутый период, наименьшая отрицательная температура $t_{\min\min}$ была отмечена на стенде:

- Зерцалы-Ачинск, 3910 км, 27.12.20 в 5:00, -47° при температуре воздуха -46° , что хорошо согласуется с данными, приведёнными в Табл.1 [6];

Однако, разность температуры воздуха и рельса -2° в тот-же день была отмечена дважды: с 0:00 до 01:00 и с 22:00 до 23:00, но при этом температура воздуха составляла -44° - то есть имеются основания предполагать «постепенный прогрев сильно остывшего пути, под действием изменившейся температуры воздуха».

Очевидны следующие закономерности:

- при $t_p \rightarrow t_{\min\min}$, соблюдается четкая закономерность $t_p - t_b \leq -1^{\circ}$;
- разность температур $t_p - t_b \leq -2^{\circ}$ можно ожидать, с достаточно высокой вероятностью, при практически любых температурах воздуха, и в любой период года, однако, всегда превышающих $t_{\min\min}$;
- Экстремальные значения отрицательной разницы температуры ожидаемы при температурах воздуха от -7° до $+23^{\circ}$;
- Конкретные сочетания погодных условий, соответствующие проявлению подобной разности температур, пока достоверно не установлены;

Приняв температуры воздуха, по данным длительного интервала наблюдений [6] имеется возможность получить современные, обоснованные значения наибольшей годовой температуры рельса, для корректировки нормативной базы [7].

Список использованных источников

1. Жестовский, А. Н. Принудительный ввод плети с существенно разной температурой рельса / А. Н. Жестовский, Д. А. Науменко // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск,

28–30 октября 2021 года / Редколлегия: В.А Поморцев (отв. ред.) [и др.]. Том 2. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Иркутский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 208-212. – EDN SMPWZS.

2. Лебедев В.Г. Укладка и эксплуатация бесстыкового пути [] : монография / В. Г. Лебедев, Н. А. Славиковский. - Москва : Транспорт, 1987. - 206 с. : табл.

3. Бесстыковой путь/ В.Г. Альбрехт, Н.П. Виногоров, Н.Б. Зверев и др., под ред. В.Г. Альбрехта, А.Я. Когана, Москва, «Транспорт», 2000 г., 408 с.

4. Технические указания по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути/Главное управление пути МПС РФ. - М.: Транспорт -1991 — 72с.

5. Науменко Д.А. Соответствие температур рельса данным реальных наблюдений / Капишинова В.С., Мисорина К.С., Д.А. Науменко// Молодежная наука Сибирского региона : труды XXIII Межвузовской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 24.05.2019 г.) / редкол. : В.С. Ратушняк (отв. ред.) [и др.] ; КриЖТ Ир-ГУПС. – Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2019. – 361 с.

6. Науменко, Д. А. Анализ наибольших и наименьших температур рельса, наблюдавшихся на Красноярской железной дороге / Д. А. Науменко, П. В. Новиков // Цифровизация транспорта и образования : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири, Красноярск, 09–11 октября 2019 года. – Красноярск: Красноярский институт железнодорожного транспорта - филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», 2019. – С. 394-398. – EDN FPJQLT.

7. Инструкция по устройству, укладке, текущему содержанию и ремонту бесстыкового пути, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» 2544р , от 1 июля 2017 г.

УДК 629.4-592

ГРНТИ 73.29.17

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
НА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДАХ**

А.О. Петров

аспирант, Российский университет транспорта (РУТ(МИИТ)), г. Москва

Аннотация. Исторически в качестве рабочего тела автоматических тормозов подвижного состава был выбран сжатый воздух. По ряду причин пневматической тормозной системе было отдано предпочтение перед гидравлической. Однако, с развитием современных технологий и материаловедения видится логичным вернуться к рассмотрению гидромеханических тормозных систем на пассажирском подвижном составе в силу ряда их неоспоримых преимуществ.

Ключевые слова: автоматические тормоза подвижного состава, пневматический тормоз, гидромеханический тормоз, электромеханический тормоз.

Одним из важнейших вопросов для железнодорожного транспорта является обеспечение безопасности движения поездов. Одну из ключевых ролей в данном вопросе играет тормозная система поезда. 5 марта 1872 года Джорджем Вестингаузом была запатентована первая автоматическая тормозная система (см. рисунок 1). Автоматической называется такая система, которая обеспечивает автоматическую остановку ПС без управляющего воздействия человека [2]. Иными словами, это такая система, которая при возникновении определенных нештатных ситуаций срабатывает на торможение. Как известно, исторически в качестве рабочего тела автоматических тормозов подвижного состава был выбран сжатый воздух [3]. Произошло это, главным образом, по той причине, что его относительно легко добыть из окружающей среды посредством компрессора. Впоследствии в систему снабжения поезда сжатым воздухом включили оборудование для его предварительной обработки – преимущественно фильтрации и осушения [1], поскольку воздух в себе содержит определенную часть масла (при применении масляных компрессоров) и воды в виде пара, который при охлаждении в резервуарах локомотива и состава вагонов начинает конденсацию и становится катализатором для процессов коррозии в тормозных приборах.

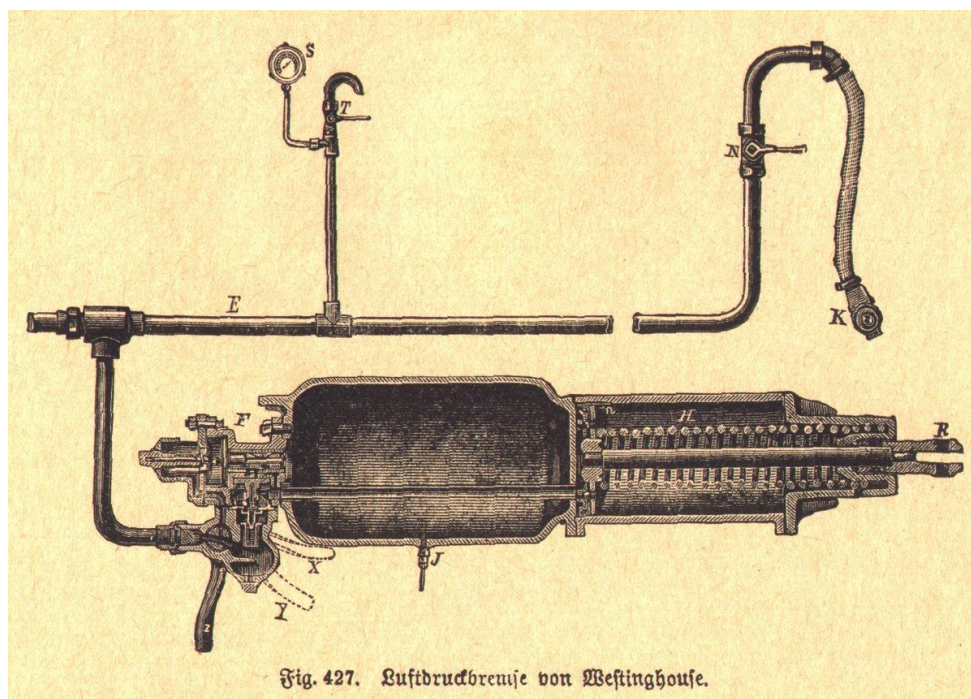


Рисунок 1 – Тормозная система Вестингауза

У сжатого воздуха в качестве рабочего тела есть ряд преимуществ – как уже было сказано выше, его относительно легко добыть; также оборудование, применяемое для работы с ним, не имеет специальных требований по маслостойким свойствам резиновых уплотнений; при разрыве тормозной магистрали обеспечивается полная остановка поезда за счет срабатывания тормозных приборов – воздухораспределителей – на торможение, тем самым реализуется принцип автоматического тормоза. Однако, у него есть и ряд недостатков: наличие турбулентных процессов в ходе применения тормоза; требуется оснащение локомотива либо вагонов моторвагонного подвижного состава (МВПС) дорогостоящим и габаритным компрессорным и осушительным оборудованием; требуется прокладка пневматических магистралей по раме и кузову вагона; требуется установка контрольных приборов – манометров – на пульте машиниста и постоянный контроль давления в магистралях поезда, а также ряд иных недостатков. Все перечисленное оборудование требует своевременного обслуживания, компетентной диагностики, выполнения планово-предупредительных ремонтов и поверочных мероприятий, что отвлекает на себя определенное количество ресурсов.

В качестве альтернативы сжатому воздуху в разные моменты истории рассматривались и в ряде случаев применялись специализированные рабочие жидкости, аналогичные тем, что применяются в автомобильной технике [4]. К преимуществам гидромеханических тормозных систем можно отнести их малые габариты при том же тормозном эффекте, отсутствие турбулентных течений, более высокое быстродействие, технологичность систем. Однако, на ранних

стадиях развития подвижного состава применение таких систем сталкивалось с целым рядом проблем: резиновые и иные уплотнения в силу свойств таких жидкостей в скором времени утрачивали свои свойства, а проектирование и внедрение новых полимеров было не всегда целесообразно и возможно технически; как следствие вышесказанного, возникновение утечек из гидросистемы могло привести к частичному либо полному отказу тормоза, что, в свою очередь, могло стать причиной различного рода аварийных ситуаций и крушений[4]; сложность системы управления тормозной системой (для управления сжатым воздухом его достаточно определенным темпом разрядить в атмосферу до достижения необходимого давления); в силу того, что одни и те же вагоны могут испытывать весь спектр температур от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, достаточно сложно подобрать рабочую жидкость с параметрами, которые бы не изменялись значительно в указанном диапазоне; высокие требования к чистоте рабочей жидкости и герметичности системы.

Однако, с появлением новых технологий на современных трамваях производства Alstom, SIEMENS, Bombardier были внедрены клещевые механизмы с применением гидравлического привода механической части тормоза. Это стало возможным благодаря развитию современных технологий и материалов. В общем случае, системы такого рода работают следующим образом: клещевые механизмы по умолчанию находятся в режиме торможения (т.н. пассивный тормоз), в тормозных цилиндрах присутствует давление рабочей пружины на поршень; машинист, активируя переключатель режимов торможения, осуществляет подачу рабочей жидкости в цилиндры, которая, в свою очередь, сжимает пружины, тем самым осуществляя отпуск тормоза. Для мгновенного срабатывания такой системы в ней чаще всего предусмотрен гидроаккумулятор и электромагнитные клапаны, открывая которые осуществляется изменение давления рабочей жидкости в необходимом на текущий момент объеме. Такой подход позволил отказаться от громоздкого пневмооборудования, что позволило спроектировать современный трамвай повышенной комфортности с низким уровнем пола. Поскольку тормозная система является гидравлической, процессы торможения и отпуска происходят одновременно во всех частях системы, что также является ее неоспоримым преимуществом.

В текущий момент времени на сети отечественных железных дорог в большом количестве в пассажирском движении внедряются тормозные системы с электронными блоками управления, например, такими системами оснащены поезда серий «Ласточка», «Сапсан» и «Иволга», также поезда серии ЭШ2 (двухэтажный аэроэкспресс). Данное решение в свое время стало логичным развитием простейшей двухпроводной системы электропневматического

тормоза (ЭПТ), применяемого на всем современном пассажирском подвижном составе. Система ЭПТ была предназначена, в первую очередь, для решения задачи сокращения тормозного пути благодаря одновременному срабатыванию всех воздухораспределителей поезда на торможение. Современные электронные блоки контролируют работу тормозных приборов, исполнительных механизмов, противоюзной системы поезда и, в ряде случаев, системы высоторегулирования вагона, а также обладают функцией постоянной диагностики тормозной системы вагона, включая и диагностику самого блока. Также в качестве их преимущества можно выделить возможность проведения диагностических и тестовых мероприятий при помощи внешнего компьютера с сервисным ПО. Данные блоки также имеют связь с шиной связи поезда, в которую предоставляют всю необходимую телеметрию, коды событий и ряд иных данных.

В силу того, что тормозная система с гидромеханическим приводом показала себя успешно на современных трамваях, стоит рассмотреть проектирование и внедрение аналогичных систем на пассажирском подвижном составе, в частности на МВПС. В пользу данного факта говорит и то, что ведущими мировыми производителями – SIEMENS (см. рисунок 2) и KNORR-BREMSE (см. рисунок 3) – проводятся работы по проектированию и внедрению таких решений [5], [6].



Рисунок 2 – Клецевой механизм дискового тормоза с гидравлическим приводом (в задней части) производства SIEMENS Mobility



Рисунок 3 – Клецевой механизм дискового тормоза с пневматическим (слева, представлен для сравнения) и гидравлическим (справа) приводом производства KNORR-BREMSE

Электронные блоки управления тормозной системой, устанавливаемые на каждом вагоне и связанные общей шиной данных со всем поездом, позволят обеспечить единовременное срабатывание тормозных приборов на поезде; тормозные механизмы пассивного типа обеспечат не только автоматическое срабатывание тормозной системы в случае возникновения утечек и неисправностей, но также они позволят отказаться от протяжки дополнительных магистралей к модулям стояночного тормоза; масса поезда будет снижена за счет отказа от части компрессорного и осушительного оборудования и ряда резервуаров и магистралей – будут оставлены только системы, отвечающие за пневмоподвешивание и систему высоторегулирования вагона, а также система подъема токоприемников, которую на текущий момент нецелесообразно реализовывать на гидравлической основе. Также на текущий момент времени существуют проекты по внедрению электромеханического автоматического тормоза. В общем случае он представляет собой электронный блок управления по аналогии с вышеописанными, в качестве исполнительного механизма применен дисковый тормоз клещевого типа с установленным электромеханическим блоком вместо пневмоцилиндра. Например, вышеупомянутым производителем KNORR-BREMSE на выставке InnoTrans 2022 в Берлине был представлен такой прибор (см. Рисунок 4). Из достоинств можно отметить быстрое действие системы и ее надежность, отсутствие дополнительных систем подготовки и подачи рабочей жидкости или сжатого воздуха, также производителями утверждается, что данный тип тормоза позволяет значительно сократить тормозной путь поезда. Из недостатков – относительная дороговизна в силу применения электронных компонентов и

электродвигателей, сложность системы управления, более высокая масса и габариты исполнительных механизмов по сравнению с пневмо- и гидрорегулируемыми системами.

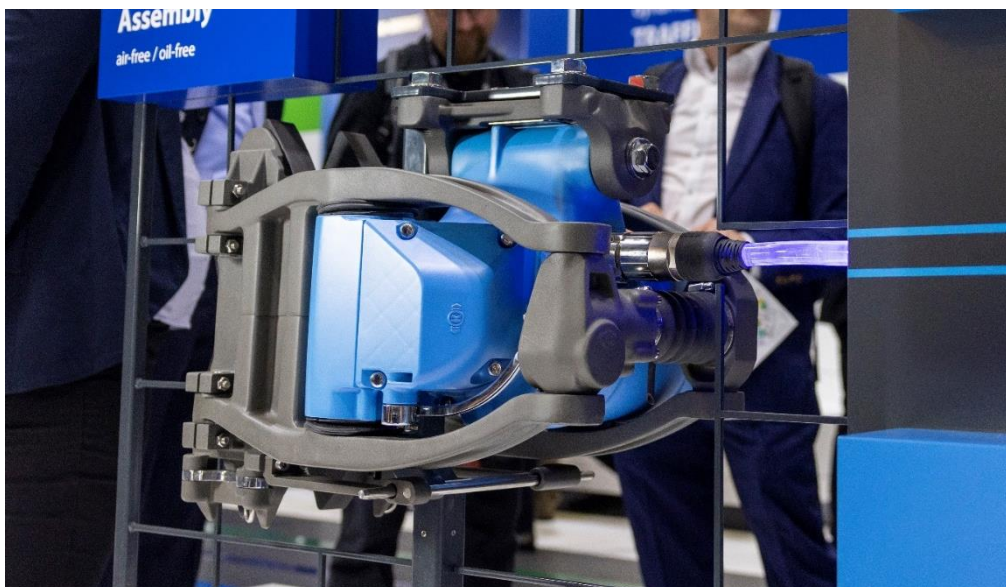


Рисунок 4 – Клецевой механизм дискового тормоза с электромеханическим приводом производства KNORR-BREMSE

Список использованных источников

1. ГОСТ 32202-2013. Сжатый воздух пневматических систем железнодорожного подвижного состава и систем испытаний пневматического оборудования железнодорожного подвижного состава. Требования к качеству и методы контроля. – Введ. 01.06.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
2. ГОСТ 34703-2020. Оборудование тормозное железнодорожного подвижного состава. Термины и определения. – Введ. 01.05.2021. – М.: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
3. Иноземцев, В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. Москва: Транспорт, 1979. – 424 с.
4. E. Hamilton. Nineteenth Century Railway Carriages. The Midland supplied both the hydraulic-braked trains trialed at Newark. // London: Modern Transport Publishing, 1949. С. 58.
5. Knorr-Bremse Group // Boosting rail traffic flow: innovative systems for transporting passengers and freight at InnoTrans 2022 [сайт] URL: <https://www.knorr-bremse.com/en/media/press-releases/boosting-rail-traffic-flow-innovative-systems-for-transporting-passengers-and-freight-at-innotrans-2022.json> (дата обращения 29.09.2022)
6. Siemens Mobility | Global | Siemens Mobility Global // The new air-free brake system from Siemens Brakes | Rail stories | Siemens Mobility Global [сайт] URL:

<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/stories/the-new-airfree-brake-system.html> (дата обращения 29.09.2022)

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.11

МОСКОВСКИЙ МОНОРЕЛЬС – ОТ СОЗДАНИЯ ДО ЛИКВИДАЦИИ

С.Е. Силина

Студент КТЖТ, г. Красноярск

Аннотация. 20 ноября 2004 года появилась первая публичная монорельсовая дорога в Москве, но уже 2020 году задумывались о её ликвидации. Почему же?

Ключевые слова. Монорельс, высокоскоростной сухопутный транспорт

В России существует всего одна монорельсовая дорога, что входит в систему Московского метрополитена. 20 ноября 2004 года монорельс начал свою работу, но только как экскурсионный транспорт (рисунок 1).



Рисунок 1. Монорельсовая дорога в Москве

Интервал движения составлял 30 минут, а на линии работало 2 состава. Спустя два года произошли две аварии, связанные с повреждением контактной сети, из-за чего в последствии запуск в промышленную эксплуатацию был перенесен на второе полугодие 2006 года. В декабре того же года были проведены повторные испытания монорельсовой линии с одновременной

работой 6 составов, после которых запуск был повторно перенесен из-за невозможности обеспечения узлами и агрегатами многофункционального технологического транспортного средства для монорельсовой транспортной системы. На данном этапе казалось, что эксперимент с внесением монорельса в Россию увенчивается крахом. Неожиданно для граждан 10 января 2008 года линия переходит в транспортный режим работы. С этого момента дорога начинает работать в исправном порядке, пассажиропоток увеличивается, вводятся новые графики движения. Для наглядного примера успеха – за 2008 год монорельс перевёз 3,5 миллиона людей, а за период с 2004 по 2008 года было перевезено всего 1,2 миллиона людей.

Счастье населения Москвы длилось недолго. В 2010 году произошло возгорание в моторном отсеке одного из монорельсового вагона. Движение всей дороги было приостановлено. Никто из людей не пострадал. После этой ситуации монорельсовая дорога вновь перешла к экскурсионному режиму. Согласно официальной статистике, пассажиропоток упал на 15% (официальный сайт Мэра Москвы www.mos.ru). С этого момента монорельс начал приносить исключительно только убытки. В 2017 году был запущен трамвай с точно таким же маршрутом как и у монорельса, но спустя год данный проект был неактуален из-за введения проекта автомобильной эстакады на месте проложения трамвайного пути.

С 2019 года ведутся разговоры о закрытии дороги насовсем, так как транспорт нерентабельный, но до сих пор дорога продолжает работать, а население продолжает жаловаться на расписание движения. Главными проблемами монорельса в России, а в частности в Москве были: большие затраты (800 млн. в год) при маленьком пассажиропотоке (1,5 млн. в год); дорогое производство вагонов (10 вагонов обойдутся в 13 млрд. рублей, для понимания – это 132 вагона «Москва 2020» или же 118 трамваев «Витязь-М») и наконец, опоры за всё время эксплуатации устарели и на просто не выдержат новые составы.

На мой взгляд рано или поздно монорельсовая конструкция закрепится у нас, но это произойдет не раньше чем лет через 20. По статистике 2009 года Россия входила в список «крупнейшие монорельсовые дороги мира» (таблица 1), следовательно надежда на восстановление данного статуса есть.

Таблица 1. Крупнейшие монорельсовые дороги мира (2009)

<i>Страна, город, год открытия</i>	<i>Длина (км)</i>	<i>Количество станций</i>	<i>Пассажиропоток (тыс. чел/сутки)</i>
Токио, Ханеда, 1964	17,8	10	300
Япония, Тама, 1997	16	19	120

Секция «Инфраструктура железных дорог»

<i>Страна, город, год открытия</i>	<i>Длина (км)</i>	<i>Количество станций</i>	<i>Пассажиропоток (тыс.чел/сутки)</i>
Китай, Чонгкинг, 2005	19,1	18	85
Япония, Осака, 1964	23,8	18	77
Германия, Вупперталь, 1901	13,3	20	72
Индонезия, Куала-Лумпур, 2003	8,6	11	45
Япония, Хиба, 1988	15,5	15	40
Япония, Нага (Окинава), 2003	12,8	15	35
Япония, Китакюсю, 1985	8,8	13	31
США, Лас Вегас, 1959	6,3	7	30
Япония, Шонан, 1970	6,6	8	30
Австралия, Сидней, 1988	3,6	8	30
Россия, Москва, 2004	4,3	6	12

Список использованных источников

1 Крейнис, Зосим Лейбович. Очерки истории железных дорог. Кн.5 : Железные дороги в городе - на земле и под землей..., 2011. - 408 с.

2 Высокоскоростной железнодорожный транспорт : общий курс: учеб. пособие: в 2-х т. / И. П. Киселев, Л. С. Блажко, А. Т. Бурков, Н. С. Бушуев ; ред. И. П. Киселев. Т.1, 2014. - 308 с.

3 Википедия // Московский монорельс [сайт] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Московский_монорельс#cite_note-Транспорт_в_России_01032017-46 (дата обращения 13.10.2022)

4 Транспорт в России: официальный сайт URL: <https://tr.ru/news/2202-moskovskiy-monorels-zhiteli-hotyat-dostupnyy-transport-ne-ekskursionnyy-rezhim> (дата обращения 13.10.2022)

5 Официальный сайт Мэра Москвы // новости // Московский монорельс начнёт работать в экскурсионном режиме с понедельника [сайт] URL: <https://www.mos.ru/news/item/19976073/> (дата обращения 13.10.2022)

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ
СОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ КРУГЛЫХ
ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

С.Н. Чайка¹, Н.И. Седельников², В. К. Анциферов²

¹ Красноярский институт железнодорожного транспорта,

² ООО «Инженерный центр «ЛБС»

***Аннотация.** Статья посвящена описанию макета программного комплекса измерения объема круглых лесоматериалов и определения породы древесины, позволяющего по фотографии торцов бревен подготовить обязательные сопроводительные документы на транспортное средство при перемещении в автомобиле, вагоне. Приводятся результаты проверочных замеров в реальных производственных условиях.*

***Ключевые слова:** измерение геометрических величин, детектор бревен, определение породы, нейронная сеть,*

В соответствии с Государственной программой "Развития лесного хозяйства" на 2013 - 2020 годы за последние годы произошли существенные в технологии оформления сделок с круглой древесиной. Был введен в практику ФЗ № 415 "Об учете древесины в сделках с ней", разработана и запущена Единая государственная автоматизированная информационная система (ЕГАИС), внесены изменения в Лесной кодекс, изменен порядок кадастровой оценки лесных запасов. Все это существенно усилило контроль за перемещением лесных материалов и практически исключило использование неучтенной продукции при лесозаготовке.

Основным ключевыми параметрами в информационном плане стало обязательное внесение всех сделок с древесиной в ЕГАИС, в том числе перемещение лесоматериалов между площадками, даже внутри организации. Такие условия, безусловно, накладывают жесткие требования при ведении документооборота на всех участников рынка древесины. А с учетом предполагаемой ответственности, в том числе уголовной, делает соблюдение правил первоочередной задачей для всех участников логистических цепочек от проекта освоения лесов до выпуска погонажных изделий или тарных дощечек.

Нами ранее была разработана программная система выполняющая расчет объема круглых лесоматериалов на лесовозе. Программа прошла промышленную эксплуатацию на лесозаготовительных предприятиях Красноярского края и Иркутской области и показала хорошие результаты по точности измерений. Но в связи с произошедшим изменением

административных правил выявился существенный недостаток – отсутствие породного состава древесины, который стал обязательным параметром. В связи с этим нами были проведены предварительные исследования по возможности распознавания породы древесины по изображению торцов бревен и разработан проект модификации системы.

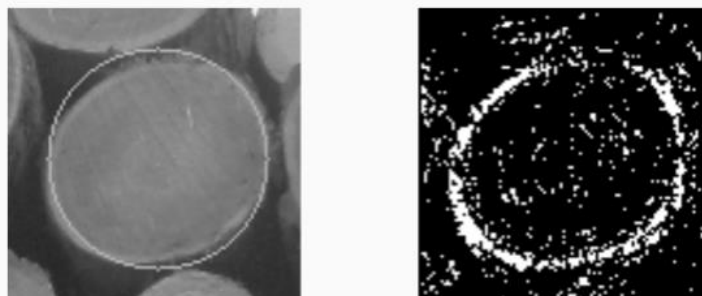
Для построения классификатора породы была выбрана технология нейронных сетей, как наиболее эффективный метод решения задач на основе классификации изображений. Для проверки технологии были использованы изображения штабелей бревен на Лесосибирском ЛДК шести пород – сосна, ель, пихта, лиственница, кедр, береза.

На первой шаге с использованием действующего программного обеспечения исходное изображение было разбито на отдельные изображения торцов с использованием каскада Хаара (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обработка каскадом Хаара

Далее в каждом квадрате выделялась окружность при помощи градиентных методов обработки изображений (рисунок 2).



Секция «Инфраструктура железных дорог»

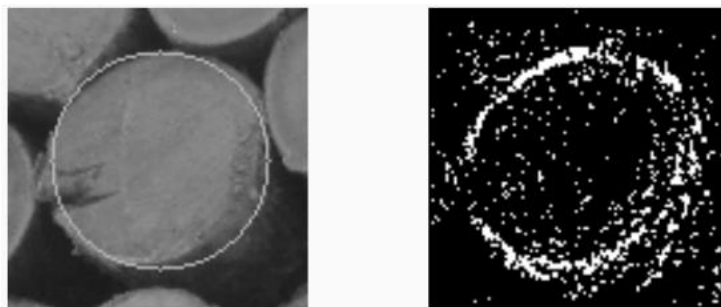


Рисунок 2 – Выделение торца градиентным методом

Проведенные операции позволяют выделить все бревна на лесовозе и получить соответствующий объем для пополнения выборки (рисунок 3).

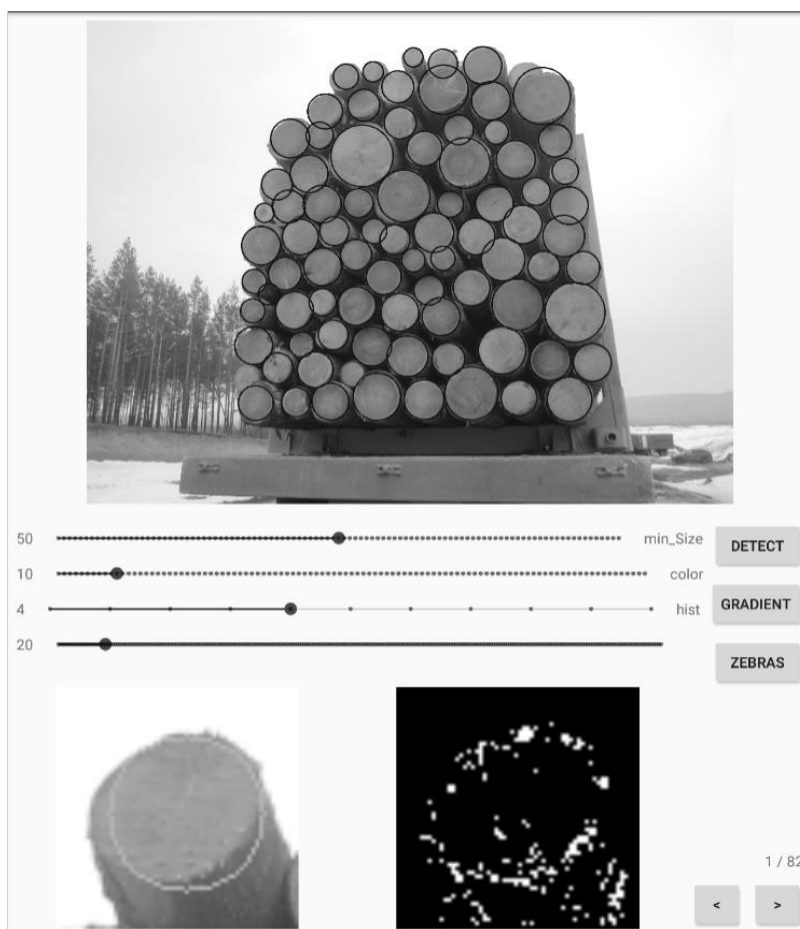


Рисунок 3 – Формирование выборки

Обработав описанным выше методом несколько фотографий лесовозов и штабелей мы получаем множество цветных фотографий, отображающих торец одного бревна. Далее, исходя из априорной информации, при помощи ручного ввода, каждой фотографии ставится в соответствие порода древесины. Таким образом, формируется шесть классов для распознавания. Динамика результата обучения приводится на рисунке 4.

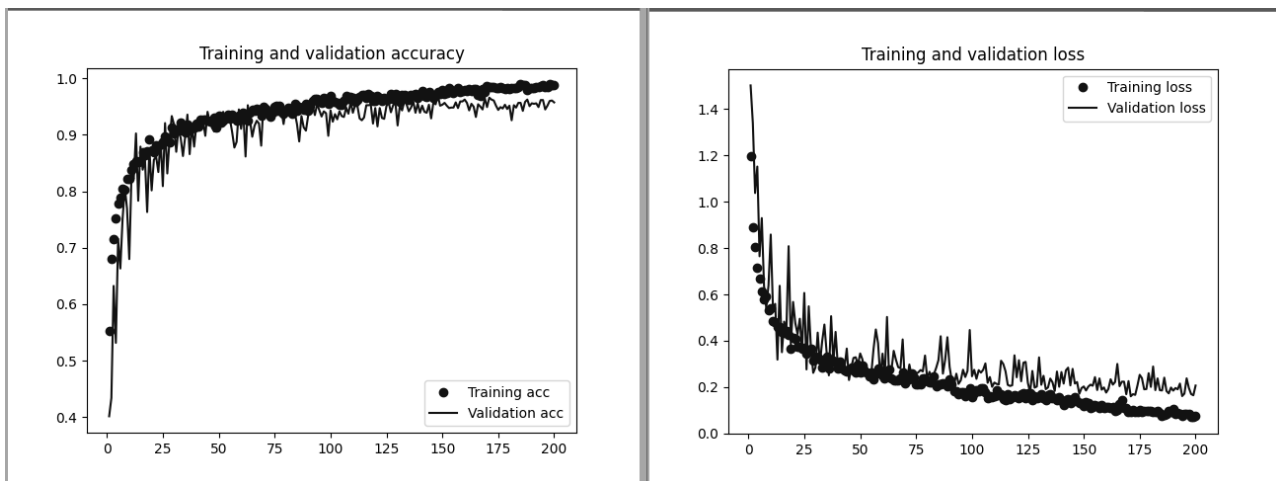


Рисунок 4 – Эпохи обучения

Лучший результат, достигнутый в процессе обучения составлял 97%.

Безусловно, при построении нейронной сети в промышленных условиях, такого результата будет трудно достигнуть по разным причинам, в том числе и объективным (трудность распознавания ели и пихты, например), а так же производственным, технологическим, логистическим и другим помехам. Но такой подход в целом показал свою работоспособность и требует проведения дополнительных исследований связанных с увеличением количества точек на изображении (разрешением), значительным (минимум в 3-4 раза) увеличением объема обучающей выборки, построением иерархического классификатора опираясь на свойства пород древесины.

Исходя из полученных результатов и анализа практики обработки информации в лесозаготовительных предприятиях целесообразно разработать комплекс программ состоящий из двух блоков – мобильного приложения и облачного сервиса хранения и подготовки данных.

Функции мобильного приложения:

- фиксация изображения торца штабеля (лесовоза);
- распознавание торцов;
- расчет объема круглых лесоматериалов;
- подсчет породного состава;
- формирование карточки измерения;
- ведение базы данных измерений;
- передача данных в облачный сервис при наличии сети интернет.

Функции облачного сервиса системы:

- ведение базы данных измерений;
- контрольный расчет объема и породного состава;
- формирование сопроводительного документа для системы ЕГАИС;
- предоставление общедоступных сервисов ЕГАИС;
- регистрация измерений в ЕГАИС;

- формирование отчетных документов для внутризаводского учета;
- передача данных в корпоративную систему управления.

Использование такого программного комплекса позволит заготовителям древесины проводить автоматизированные замеры, начиная с места заготовки древесины по всей логистической цепочке до места выпуска готовой конечной продукции, соблюдая при этом все требования контролирующих и проверяющих органов. Проведенные нами работы могут лечь в основу данного комплекса и позволят завершить работу над ним к началу 2024 года.

В настоящее время комплексы программ с такими измерительными и сервисными характеристиками на рынке отсутствуют. Дополнительным значимым фактором является то, что на 2023 запланирован комплекс работ по развитию и улучшению ЕГАИС и всех соответствующих сервисов, что приведет к необходимости реконструкции и адаптации всего доступного программного обеспечения.

Список использованных источников:

1 ГОСТ 32594-2013 Лесоматериалы круглые. Методы измерений. Москва, Стандартинформ, 2014 г.

2 А.Н. Самойлов. Классификация и определение основных направлений развития методов измерения объема круглого лесоматериала. Научный журнал КубГАУ, №24(8).

3 СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КУБАТУРЫ КРУГЛОГО ЛЕСА: пат. 2553714 Рос. Федерация: МПК51 G 01 B 11/08 / А. В. Круглов, В.Н. Круглов, Ю.В. Чирышев ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью “Квинта” – № 2013156588/28; заявл. 19.12.2013 ; опубл. 20.06.2015, Бюл. № 17.

4 [Электронный ресурс]: URL: <http://www.timbeter.com/ru>.

5 Viorica Patraucean, Pierre Gurdjos, Rafael Grompone von Gioi, A Parameterless Line Segment and Elliptical Arc Detector with Enhanced Ellipse Fitting; Computer Vision – ECCV 2012, Volume 7573 of the series Lecture Notes in Computer Science, pp 572-585.

6 Siril Yella, Mark Dougherty, Automatically Detecting the Number of Logs on a Timber Truck, Journal of Intelligent Systems 2013; 22(4): 417–435.

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МСВ-1 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МОСТА

Е.А. Хорошавин

кандидат технических наук, доцент КрИЖТ ИрГУПС, Россия, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы апробации и тестирования программного комплекса, используемого для обработки данных и визуализации результатов при проведения динамических испытаний мостовых переходов. Для проведения динамических испытаний используется программно-аппаратный комплекс на основе метода стоячих волн. Регистрируются микросейсмические колебания конструкций моста. Программа позволяет получать оценку частотных характеристик двухканального фильтра Винера записей регистрируемых микросейсмических колебаний из разновременных последовательных наблюдений с опорными точками, выделять собственные частоты и визуализировать результаты в 3D геоинформационной системе (ГИС) - модели исследуемого объекта. По результатам динамических испытаний выявляются опасные зоны возникновения деструктивных процессов в конструкциях мостовых переходов.

Ключевые слова: метод стоячих волн, динамические испытания, динамические характеристики, сейсмоприемник, регистратор аналоговых сигналов.

Регистрация микросейсмических колебаний проводилась на поверхности пролетных строений. Датчики располагались на асфальтобетонном покрытии мостового полотна по краям пешеходных дорожек (рисунок 1) При исследовании вантового моста шаг расстановки датчиков составлял 6м. Опорные точки также располагались на пролетных строениях. Опорная точка №1 установлена посередине между опорами 6 и 7. Опорная точка №2 установлена между опорами 11 и 12 (пилоны), на 12,5 метров ближе к опоре 11.



Рисунок 1. Точка регистрации микросейсмических колебаний

Регистрация колебаний осуществляется одновременно в двух опорных и в каждой *i*-й (или группе *i*-х) точках поочередно. Получение одновременных

записей стоячих волн по разновременным наблюдениям с двумя опорными точками сводится к следующим операциям. Одновременные записи разбиваются на отдельные интервалы (реализации) с длиной записи ~ 16 секунд. Оценку частотных характеристик двухканального фильтра Винера получаем по формулам:

$$L_{1i}(\omega) = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega) \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{2,j}^*(\omega) \sum_{j=1}^n \bar{F}_{2,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega)}{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega) \sum_{j=1}^n |\bar{F}_{2,j}(\omega)|^2} \right]}{\sum_{j=1}^n |\bar{F}_{1,j}(\omega)|^2 \left[1 - \frac{\left| \sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{2,j}^*(\omega) \right|^2}{\sum_{j=1}^n |\bar{F}_{1,j}(\omega)|^2 \sum_{j=1}^n |\bar{F}_{2,j}(\omega)|^2} \right]}, \quad (1)$$

$$L_{2i}(\omega) = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{2,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega) \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{2,j}(\omega) \bar{F}_{1,j}^*(\omega) \sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega)}{\sum_{j=1}^n \bar{F}_{2,j}(\omega) \bar{F}_{i,j}^*(\omega) \sum_{j=1}^n |\bar{F}_{1,j}(\omega)|^2} \right]}{\sum_{j=1}^n |\bar{F}_{2,j}(\omega)|^2 \left[1 - \frac{\left| \sum_{j=1}^n \bar{F}_{1,j}(\omega) \bar{F}_{2,j}^*(\omega) \right|^2}{\sum_{j=1}^n |\bar{F}_{1,j}(\omega)|^2 \sum_{j=1}^n |\bar{F}_{2,j}(\omega)|^2} \right]} \quad (2)$$

Для построения взаимосвязей между точками здания и построения модели распространения и передачи волновых эффектов рассчитываются спектры когерентности и спектры погрешностей. Спектр когерентности $\gamma(\omega)$ является мерой линейности связи колебаний между двумя точками инженерного сооружения. Значения спектров когерентности повышаются на частотах нормальных мод и понижаются в промежутках между ними. В спектре погрешностей наоборот $\sigma(\omega)$ - значения уменьшаются на частотах нормальных мод и повышаются в промежутках между ними. Отношение этих спектров позволяет выделить собственные частоты (рисунок 2). Спектр когерентности записи в i точке относительно одной из опорных точек рассчитывается по формуле:

$$\gamma^2(\omega) = \frac{\left| \sum_{j=1}^n \bar{F}_i(\omega) \bar{F}_0^*(\omega) \right|^2}{\sum_{j=1}^n |\bar{F}_0(\omega)|^2 \sum_{j=1}^n |\bar{F}_i(\omega)|^2}. \quad (3)$$

где $F_i(\omega)$, $F_0(\omega)$ - спектры одновременных записей стоячих волн в i -той точке обследуемого объекта, и базовой точке.

Учитывая, что в фильтре для пересчёта стоячих волн фазовые спектры усредняются по n независимым реализациям, можно утверждать, что дисперсия случайной ошибки уменьшится в n раз. С учётом этого среднеквадратическая ошибка фазовой характеристики (спектр погрешностей) выделения собственных частот рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{\theta}(\omega) \approx \frac{\sqrt{1 - \gamma_{oi}^2(\omega)}}{|\gamma_{oi}(\omega)|\sqrt{2n}}. \quad (4)$$

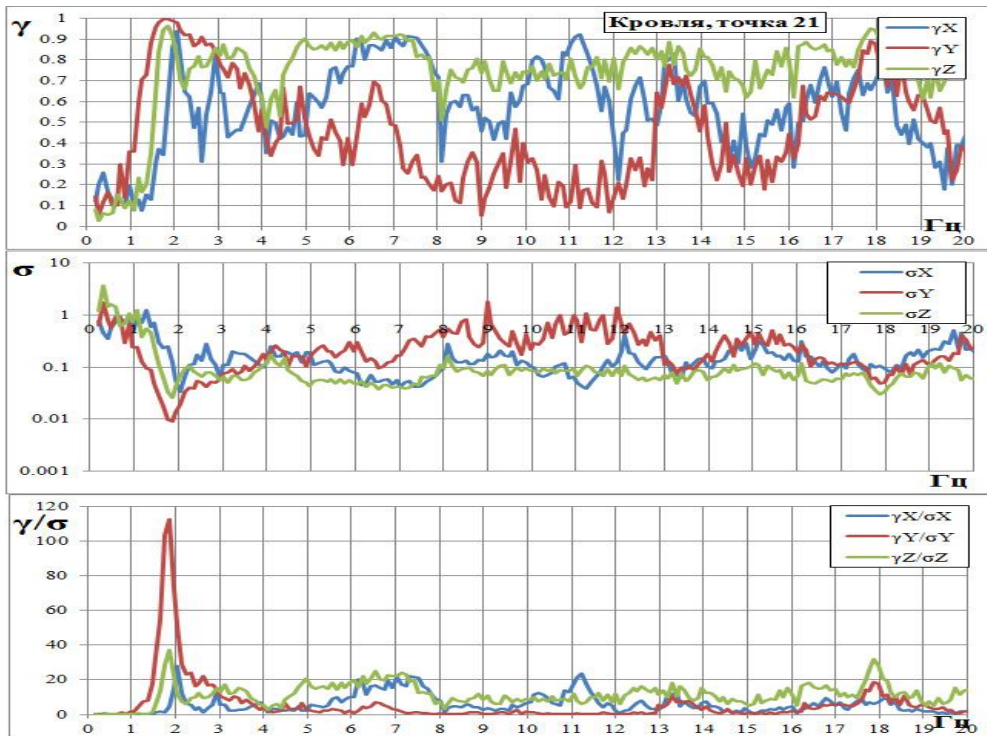


Рисунок 2 – Пример покомпонентных спектров когерентности γ ; спектров ошибок σ ; отношения спектров γ/σ .

Оборудование, с помощью которого проводятся динамические испытания представляют собой сейсмоприемники, сейсмостанции и компьютер [рис.3], который обрабатывает информацию.



Рисунок 3 - Сейсмоприемник, сейсмостанция, компьютер

Для проведения разновременных записей, использована схема с двумя опорными точками. Датчики в опорных точках остаются на своих местах во время всего цикла измерений. В остальных точках регистрация микросейсмических шумов проводилась по 15 минут, после чего аппаратура перемещалась в следующие точки регистрации. Таким образом, каждой записи во временной точке соответствуют одновременные записи сейсмических шумов в опорных точках. Синхронизация записи выполняется по средствам GPS.

Мобильный диагностический комплекс «Метод стоячих волн» (МСВ-1) обеспечивает:

1. Привязку датчиков к плану здания и времени регистрации;
2. Импорт журналов проведения регистрации микросейсмических колебаний;
3. Хранение исходной, промежуточной и выходной информации;
4. Построение спектров когерентности нормированные на спектры погрешности микросейсмических колебаний для выделения собственных частот здания [Рис.2];

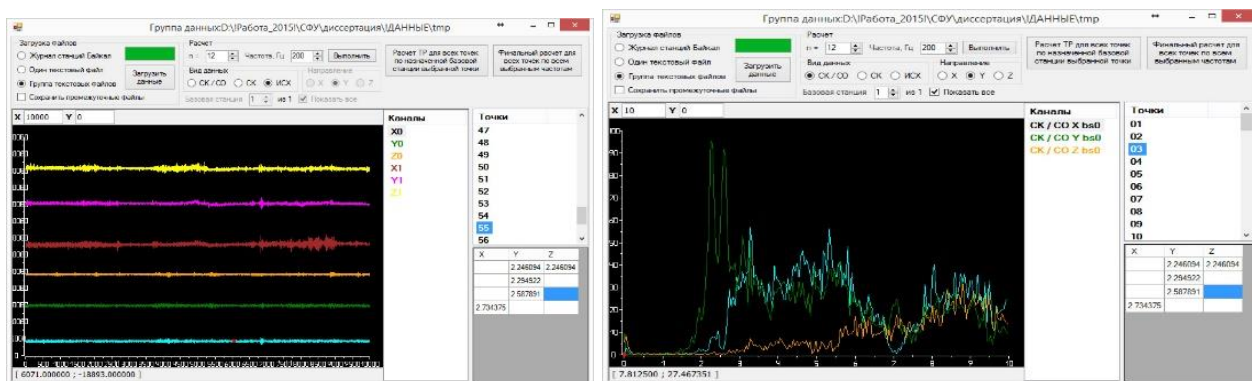


Рисунок 2 - Первичные данные мониторинга, Построение спектров когерентности

5. Определение собственных частот и форм колебаний здания. Определение фазовых и амплитудных характеристик волнового поля собственных колебаний здания;
6. Возможность работы внутри программы с трехмерной моделью здания;
7. Возможность построения различных видов диаграмм по методике стоячих волн.

Программа позволяет [Рис.3] получать оценку частотных характеристик двухканального фильтра Винера записей регистрируемых микросейсмических колебаний из разновременных последовательных наблюдений с опорными точками, выделять собственные частоты и визуализировать результаты мониторинга в 3D геоинформационной системе (ГИС) - модели исследуемого объекта.

Секция «Инфраструктура железных дорог»

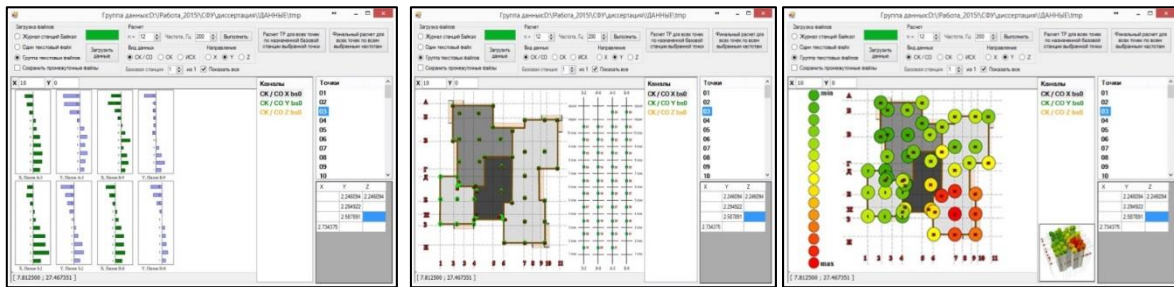


Рисунок 3 - Формы собственных колебаний, Схема регистрации, Визуализация амплитуд собственных колебаний.

В таблице 1 приведены основные собственные частоты вантового моста. Ось X направлена вдоль мостового строения, ось Y поперек и ось Z вертикально.

Таблица 1 – Собственные частоты (Гц) вантового моста.

Левый берег			Вантовая часть		
X	Y	Z	X	Y	Z
-	-	-	0.55	-	0.55
-	-	-	-	0.75	-
-	-	-	0.8	-	0.8
-	-	-	-	1.3	1.3
-	-	-	1.55	-	-
-	-	-	-	-	1.65
2.3	-	-	2.3	-	-
2.4	2.4	-	-	2.4	-
-	2.9	2.9	2.9	-	-
-	3.5	3.5	-	-	-
-	-	-	3.9	-	-
4	-	4	-	-	-
-	-	4.4	-	-	-
-	-	4.8	4.8	-	-
-	4.9	-	-	-	-
-	-	-	-	-	5
-	-	5.1	-	-	-
5.9	-	-	-	-	-

Для определения физического состояния конструкций мостового перехода построены волновые формы на различных собственных частотах. Нарушениям или дефектам в элементах конструкций, как правило, соответствует значительный градиент амплитуд собственных колебаний либо резкие изменения в фазовой картине. Для проведения анализа конструкций вантового моста были построены и проанализированы формы собственных колебаний на частотах, приведенных в таблице 2. Далее приведены примеры визуализации форм отдельных собственных колебаний (Рисунки 4.1 – 4.5).

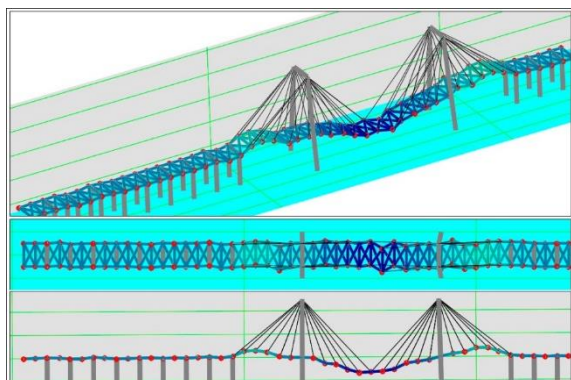


Рисунок 4.1 – Форма собственных колебаний на частоте 0,55 Гц.

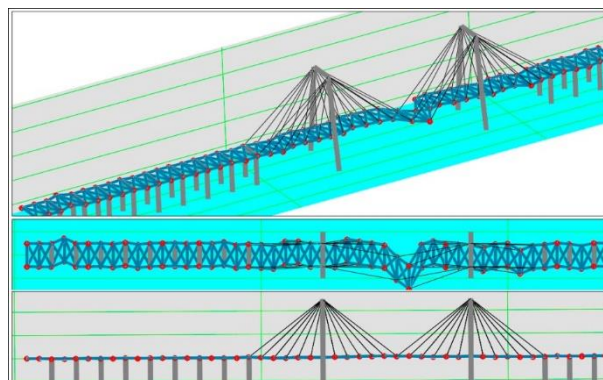


Рисунок 4.2 – Форма собственных колебаний на частоте 0,75 Гц.

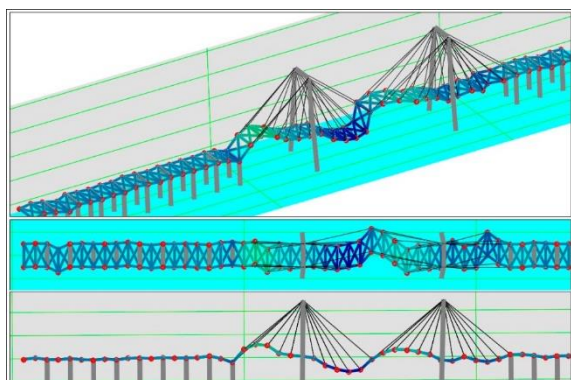


Рисунок 4.3 – Форма собственных колебаний на частоте 0,8 Гц.

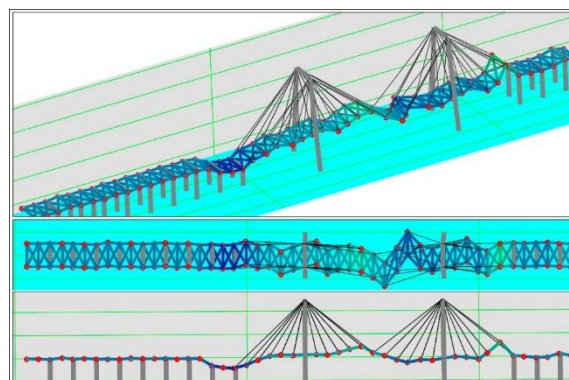


Рисунок 4.4 – Форма собственных колебаний на частоте 1,3 Гц.

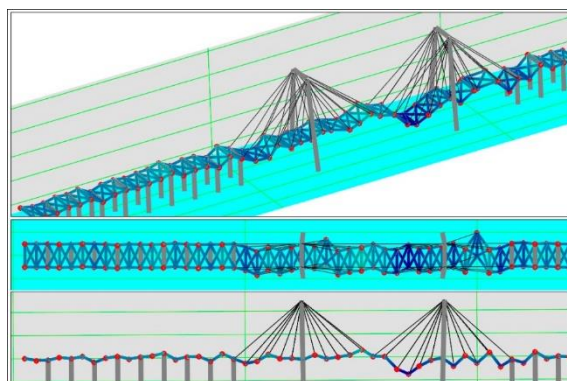


Рисунок 4.5 – Форма собственных колебаний на частоте 1,65 Гц.

Для выявления участков снижения жесткости элементов конструкций вантового моста было рассчитано распределение пиковых значений амплитуд собственных колебаний по всем выделенным формам колебаний (рисунок 5).

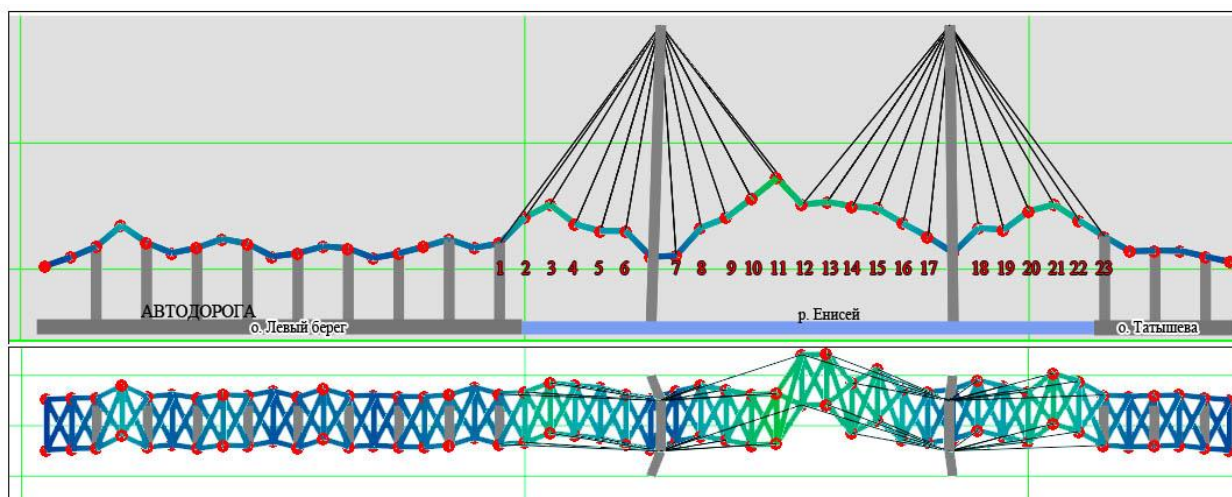


Рисунок 5 – Распределение пиковых амплитуд собственных колебаний вантового моста

Из рисунка 7 видно, что максимальные амплитуды собственных колебаний приходятся на 3, 11, 12, 13, 21 пару вант и связаны с конструктивными особенностями пролетных строений русловой части вантового моста. Это позволяет оценить состояние натяжения вант. В целом, максимальные амплитуды собственных колебаний равномерно распределены по пролетным строениям мостового перехода. Исключением можно считать часть мостового перехода соответствующего 11 паре вант, где максимальные пиковые амплитуды. Также выделяется второй пролет береговой части моста, между первой и второй опорами. Ему соответствуют повышенные амплитуды собственных колебаний.

Список использованных источников

1. Хорошавин Е.А. Динамические испытания зданий и сооружений методом стоячих волн. Материалы XI Российская национальная конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием) Сочи 2015г.
2. Хорошавин Е.А. Оценка сейсмостойкости уникальных зданий и сооружений на основе метода стоячих волн. Материалы XIII Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию в г. Санкт-Петербурге 2019г.
3. Еманов, А.Ф. Восстановление когерентных составляющих волновых полей в сейсмике: дис. доктора техн. наук: 25.00.10: защищена 20.12.04 // Еманов Александр Федорович. – Новосибирск, 2004. – 280с.
4. Еманов А.Ф., Селезнёв В.С., Бах А.А. Когерентное восстановление полей стоячих волн как основа детального сейсмологического обследования инженерных сооружений. //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - №3, 2007. - С.20-23.

5. Еманов А.Ф., Селезнев В.С., Бах А.А., Гриценко С.А., Данилов И.А., Кузьменко А.П., Сабуров В.С., Татьков Г.И. Пересчет стоячих волн при детальном инженерно-сейсмологическом исследовании // Геология и геофизика, 2002 – №2. – т. 43. – С. 192-207.

6. Хорошавин Е.А. Динамические испытания административного здания со стационарной системой сейсмоизоляции в г. Иркутске // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2019. № 6. С. 62-69.

7. Хорошавин Е.А. Динамические испытания административного здания «Красноярскгражданпроект» в г. Красноярск // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. Вып. 2. С. 128–143. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.2.128-143.

8. Khoroshavin, E.A. Dynamic tests and monitoring of the dynamic state of buildings and structures based on microseismic vibrations. Magazine of Civil Engineering. 2021. 104(4). Article No. 10410 DOI:10.34910/MCE.104.10

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции
КриЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 03.11.2022 г.)

ТОМ 1

Секция «Транспортные системы»
Секция «Эксплуатация железных дорог»
Секция «Инфраструктура железных дорог»»

Редакционная коллегия

Вячеслав Александрович ПОМОРЦЕВ (отв. ред.);
Олег Витальевич КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Оксана Юрьевна ДЯГЕЛЬ, канд. эконом. наук, доцент;
Жанна Михайловна МОРОЗ, канд. физ.-мат. наук, доцент;
Екатерина Михайловна ЛЫТКИНА, канд. техн. наук;
Виталий Олегович КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Равиль Нургаянович ГАЛИАХМЕТОВ, канд. философ. наук, доцент

Подписано в печать 03.11.2022 г.

Формат бумаги 60×84/16

370905

9,27 авт. л. 14,19 печ. л.

255

экз.

План издания 2022 г. № ^н/_п КриЖТ ИрГУПС

Отпечатано в КриЖТ ИрГУПС
Красноярск, ул. Л. Кецховели, 89