

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов 49-й научной конференции

обучающихся СамГУПС

Выпуск 23

Т. 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть 1

Самара
2022

С 23 **Дни студенческой науки** [Текст]: сб. материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС в двух томах / Самарский гос. ун-т путей сообщ. – Выпуск 23. – Т. 1. Технические науки. – Часть 1. – Самара : СамГУПС, 2022. – 206 с.

Тематика сборника отражает все виды деятельности железнодорожной отрасли, включая вопросы организации и управления процессами перевозок, совершенствования подвижного состава железных дорог и муниципального пассажирского транспорта, железнодорожного пути, строительства и транспортной техники, автоматизации, информатизации, телекоммуникации и энергосбережения, экологии и охраны труда, экономики, логистики и финансов, а также проблемы гуманитарных и естественных наук.

Члены редакционной коллегии, жюри секций 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС:

д. т. н., профессор Е. М. Тарасов
д. т. н., доцент О. В. Москвичев
к. т. н., доцент А. Б. Фокеев
к. т. н., доцент А. В. Варламов
к. т. н., доцент А. В. Авсиевич
к. т. н., доцент В. В. Атапин
к. с. -х. н., доцент Ю. А. Холопов
к. т. н., доцент А. С. Баранов
к. т. н., доцент С. В. Коркина
к. т. н., доцент А. Ю. Балакин
к. т. н., доцент А. А. Свечников
к. т. н., доцент П. В. Шепелин
к. т. н., доцент Е. В. Добрынин
к. т. н., доцент Н. С. Шорохов

СЕКЦИЯ 1

Организация и управление процессами перевозок и грузовой работой. Проблемы безопасности на железнодорожном транспорте

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВАГОННЫХ ТЕЛЕЖЕК

А. С. Аляева¹, О. В. Москвичев²

Введение. Железнодорожные перевозки являются важнейшим звеном в цепи поставок грузов. Согласно Росстату, в январе – феврале 2022 года грузооборот железнодорожного транспорта вырос на 4,4 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 200,6 млрд т/км. К одному из главных факторов, влияющих на его рост, относится повышение эффективности имеющейся железнодорожной инфраструктуры. Так, в транспортной стратегии РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года изложен ряд целей, касающихся цифровой трансформации, реализация которых будет способствовать повышению качества транспортно-логистических услуг и увеличению грузопотока, а также снизит влияние на окружающую среду, что актуально в рамках «зеленой» логистики [1]. Одной из них является цифровизация транспортных средств, предполагающая внедрение высокоавтоматизированных и беспилотных транспортных средств [1].

К перспективным инновациям относятся беспилотные вагонные тележки, главными преимуществами которых является возможность исключить простой на сортировочных станциях, обеспечить перевод грузопотоков с автомобильного на железнодорожный транспорт и снизить количество вредных выбросов в окружающую среду.

Активное внедрение подобных вагонов происходит за рубежом. Поэтому рассмотреть концепцию их работы можно на примере проекта беспилотных тележек американской компании Parallel Systems (рисунок).



Рис. Концепция беспилотной вагонной тележки

Данные тележки состоят из аккумуляторной батареи, электродвигателей, четырех колес и набора датчиков, которые позволяют им работать автономно. Каждая из них оснащена камерой, экстренным торможением и индивидуальным приводом, что обеспечивает безопасное проследование. Их тормозной путь примерно в 10 раз меньше, чем у грузового поезда. Это означает, что такие вагоны могут выполнять аварийную остановку в пределах прямой видимости. Кроме того, они автоматически поддерживают безопасную скорость в зависимости от состояния пути.

¹ Аляева Ангелина Сергеевна – студент группы ЭЖД-83, факультет ЭЖД

² Москвичев Олег Валерьевич – д.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Беспилотные тележки оборудованы системами управления и обзора на основе камер, которые помогают следить за другими поездами и препятствиями, а операторы, находящиеся удаленно, могут следить за их движением и принимать решения в критических ситуациях [5].

Беспилотные вагоны могут проезжать до 800 километров без подзарядки. Одним из главных преимуществ данной системы является возможность объединять от 10 до 200 вагонных тележек в одну колонну для движения подобно контейнерному поезду, но при этом оставаться полностью автономными [6]. То есть, они могут во время движения отделяться от общей колонны для обслуживания разных маршрутов. Данные системы возможно эксплуатировать как на коротких, так и на протяженных маршрутах, без переформирования поездов на сортировочных станциях, что позволяет значительно сократить сроки доставки грузов.

Техническая характеристика автономных рельсовых вагонов компании Parallel Systems приведены в таблице.

Таблица

Техническая характеристика автономных рельсовых вагонов Parallel Systems

Параметр	Значение
Источник энергии на тягу	Аккумуляторные батареи
Максимальная грузоподъемность, т	58
Пробег без подзарядки аккумуляторных батарей, км	800
Длительность подзарядки аккумуляторных батарей, ч	1
Режим управления	Полностью автоматический с использованием высокоточных камер по торцам тележек
Скорость движения в эксплуатации, км/ч	95

В настоящее время в РФ также ведется интенсивная работа ОАО «РЖД» по разработке и внедрению отечественных автономных вагонов, началом которому послужила политика импортозамещения [4]. Поэтому рассмотрим, где можно обеспечить практическое применение беспилотных вагонных тележек, чтобы повысить эффективность использования имеющейся железнодорожной инфраструктуры.

Согласно концепция создания терминально-логистических центров на территории Российской Федерации, существующие на сегодняшний день контейнерные терминалы занимают огромные территории и находятся достаточно далеко от грузоотправителей и грузополучателей, что отражается на времени доставки груза [3]. Поэтому использование системы беспилотных вагонных тележек может обеспечить строительство и эксплуатацию меньших по размеру, более чистых и менее дорогих терминалов, максимально приближенных к отправителям и получателям контейнеров.

Также автономные тележки можно ввести в эксплуатацию на двухуровневой структуре контейнерно-транспортной системы, а именно – для технологической перевозки между распределительными центрами и терминалами. В условиях дефицита тяги использование беспилотных тележек в технологии «блок-трейн» исключит необходимость использования локомотивов и снизит штат сотрудников, тем самым решая проблему с нехваткой кадров, образовавшуюся в условиях новой коронавирусной инфекции [2].

Эти же проблемы будут решены и на малоделятельных участках, где согласно транспортной стратегии РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года, есть необходимость в снижении эксплуатационных расходов на содержание локомотивов и локомотивных бригад [1].

Эксплуатация таких тележек в портах позволит доставлять контейнеры сразу к кранам под погрузку, при этом сократив потребность в промежуточном хранении и в транспортерах для их перемещения по портовой территории.

На промышленных предприятиях контейнеры с помощью данной системы могут доставляться напрямую клиенту так же, как и автомобильным транспортом, но более эффективно благодаря высокой грузоподъемности.

Заключение. Таким образом, перевозка грузов с помощью беспилотных вагонов позволит обойти перегруженные сортировочные станции, что сократит сроки доставки. Также использование автономных вагонов позволит соединять железную дорогу с заводами и складами, доставлять контейнеры прямо на объект. Беспилотные вагоны обеспечивают практически нулевой уровень выбросов в окружающую среду из-за того, что потребляют всего 25 % энергии, обеспечивая меньшую нагрузку на сеть. Всё это благоприятно повлияет на повышение эффективности использования имеющейся железнодорожной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года № 3363-р «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», 2021.
- 2 Москвичев О. В. Клиентоориентированная контейнерная транспортная система. М.: ВИНТИ РАН, 2018. С. 70–76.
- 3 Концепция создания терминально-логистических центров на территории Российской Федерации, 2012 [Электронный ресурс]. URL: <https://cargo.rzd.ru/api/media/resources/c/5/12174208>
- 4 «Открытый диалог» с генеральным директором ОАО «РЖД». 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://vmeste-rf.tv/broadcast/otkrytyy-dialog-s-generalnym-direktorom-oao-rzhd-zapis-translyatsii-22-marta-2022-goda/?sphrase_id=178079
- 5 Parallel Systems reveals a rail innovation. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electrive.com/2022/01/20/parallel-systems-reveals-a-rail-innovation/>
- 6 SpaceX Alumni Pitch Robot Railcars as Freight's Low-Carbon Future. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wsj.com/articles/spacex-alumni-pitch-robot-railcars-as-freights-low-carbon-future-11642597208>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

А. С. Аляева¹, Д. В. Дюльдин², Д. В. Васильев³

Введение. ОАО «РЖД» – крупнейшая и стратегически важная для страны компания. Поэтому ее развитие должно сопровождаться внедрением новейших технологий, обеспечивающих сокращение эксплуатационных расходов, повышение производительности труда, снижение влияния на окружающую среду. Так, в Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года выделяется потребность в повышении уровня цифровизации на транспорте, что обеспечивает необходимость развития информационных технологий и инновационной железнодорожной инфраструктуры, подвижного состава и систем управления перевозочным процессом с использованием искусственного интеллекта [1].

В достижении данных целей может помочь зарубежный опыт. Так, американская компания Intramotev разработала первый в мире автономный грузовой вагон TugVolt. В основе его работы лежит использование аккумуляторно-электрических двигательных установок. Они состоят из нескольких элементов: бортовой силовой установки с использованием электродвигателей, аккумуляторной батареи и датчика, позволяющего операторам-людям видеть, что находится вокруг вагона, и знать, где он находится [2]. Автономный грузовой вагон TugVolt представлен на рисунке 1.

Данное оборудование позволяет преодолевать расстояние до 960 км на одном заряде. Полный заряд вагона занимает порядка 15-30 минут благодаря технологии SuperCharge. В настоящее время доступны две конфигурации вагонов: платформа и хоппер, однако создатели заявляют о возможностях производства как крытых, так и вагонов цистерн, в случае возникновения спроса.

¹ Аляева Ангелина Сергеевна – студент группы ЭЖД-83, факультет ЭЖД

² Дюльдин Дмитрий Владимирович – студент группы ЭЖД-83, факультет ЭЖД

³ Васильев Дмитрий Владиславович – преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Также вагоны оснащаются пневматическими тормозами и стандартными сцепными устройствами, что позволяет им преодолевать часть пути как самостоятельно, так и в составе обычного поезда.



Рис. 1. Автономный грузовой вагон TugVolt

Все это дает ряд преимуществ. Благодаря автономной работе вагонов отпадает потребность в локомотивах и локомотивных бригадах, что имеет значение для ОАО «РЖД» в связи с нехваткой кадров, возникающей на фоне распространения новой коронавирусной инфекции [3]. Отсутствие потребности в тяге решает еще одну немаловажную проблему простоя вагонов на станциях.

Так, на сортировочных станциях существенной проблемой является простой в ожидании прибытия других вагонов данного назначения и накопление до установленной нормы состава. Автономные вагоны можно отправлять уменьшенной составности, что позволяет увеличить пропускную способность линий за счет уменьшения межпоездного интервала до пары минут, а меньшая масса и соответственно тормозной путь, позволяют повысить безопасность перевозочного процесса. Вопрос управления стрелочными переводами проектировщики предлагают решить оборудованием переводов и вагонов специальными датчиками. Недостатком может являться высокая начальная стоимость инвестиций, однако точные суммы пока неизвестны. Первые тестовые поездки запланированы на 2022 год, однако создатели уже заявили о получении заказа на данный тип вагонов.

Преимущества автономной фитинговой платформы предлагается дополнить системой горизонтальной перегрузки контейнеров с вагона на грузовик и обратно от швейцарской компании Innovatrain.

Container Mover – это устройство, которое можно закрепить на шасси грузовика, где благодаря двум выдвижным балкам контейнеры перемещаются на вагон и обратно. Платформы при этом оснащаются специальными рамами, которые можно снять в случае необходимости [4]. Перегрузка выполняется водителем грузовика при помощи пульта дистанционного управления и занимает всего несколько минут. Грузовику-контейнеровозу для работы достаточно всего лишь 3-метровой полосы асфальтовой дороги рядом с железнодорожным полотном. Система горизонтальной перегрузки контейнеров ContainerMover изображена на рисунке 2.



Рис. 2. Система горизонтальной перегрузки контейнеров ContainerMover

Также данная компания предлагает специальные док-станции для временного хранения контейнеров, состоящие из четырех металлических опор с креплениями для контейнеров и направляющей рампы для заезда грузовиков. Разгрузка и погрузка выполняется в течение нескольких минут водителем грузовика. Система сертифицирована для работы с 20-ти, 30-ти

и 40-футовыми контейнерами [4]. Быстрота и простота использования позволяет при помощи одного грузовика разгрузить несколько контейнеров, благодаря чему вагоны не будут простаивать в ожидании прибытия грузовиков для перевозки.

Данная система позволяет отказаться от традиционных терминалов, оснащенных кранами для подъема контейнера с грузовика на вагон и наоборот, которые требуют многомиллионных инвестиций и большой площади. А учитывая, что работа крана довольно медленная, много времени будет потеряно из-за простоя в очереди у крана. Также появляется возможность доставлять контейнеры на гораздо большее количество небольших станций, что повышает удобство использования железнодорожного транспорта для грузоотправителей и грузополучателей и позволяет использовать автотранспорт только для доставки в пределах так называемой «последней мили», сокращая при этом выбросы CO₂.

На начальном этапе внедрения автономный подвижной состав можно эксплуатировать на небольших расстояниях между отдельными станциями или же для подал и уборок на ПНП, а использование специальных перегрузочных устройства позволят еще больше повысить эффективность перевозочного процесса.

Заключение. В настоящее время в ОАО «РЖД» уже началась работа по разработке отечественного подвижного состава на аккумуляторах, о чем сообщил гендиректор Олег Белозеров в ходе «Открытого диалога» в Совете Федерации, что является актуальным в условиях политики импортозамещения, проводимой правительством Российской Федерации [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года № 3363-р «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года». 2021.
- 2 Intramotev. Autonomous Rail. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://intramotev.com/>
- 3 Дефицит парка, брошенные поезда, нехватка тяги: коллапс на РЖД. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/defitsit-parka-broshennye-poezda-nekhvatka-tyagi-kollaps-na-rzhd/>
- 4 Cost-saving transshipment method [Электронный ресурс]. URL: <http://www.innovatrain.ch/en/containermover/>
- 5 «Открытый диалог» с генеральным директором ОАО «РЖД». 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://vmeste-rf.tv/broadcast/otkrytyy-dialog-s-generalnym-direktorom-oao-rzhd-zapis-translyatsii-22-marta-2022-goda/?sphrase_id=178079.

ОРГАНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ

А. Р. Валиахметова¹, В. А. Садчикова²

Введение. В течение тысячи лет Запад и Восток связывал крупный торговый маршрут. В прошлые столетия были перемещения по нему купцами, миссионерами, географами. В настоящее время у туристов есть возможность отправиться в эти места. Великий шелковый путь – неповторимая культурная ценность общества во всем мире. Именно поэтому сегодня ЮНЕСКО уделяет серьезное внимание постижению и сохранению того, что оставили древние народы нам и нашим грядущим поколениям.

Основная часть. На самом деле самым огромным за все время существования общества торговым маршрутом, который объединил между собой Запад и Восток, является великий шелковый путь. Действительно благодаря ему образовались бесчисленные города, традиции, исторические памятники, государства.

В истории понятие «великий шелковый путь» возникло в 19 веке. Такое название путь получил не просто так, ведь шелк – это одна из самых основных ценностей, привозимых в Европу торговцами с Востока.

Стоит сказать, что великий шелковый путь значит не только важнейшей торговой артерией древней истории. Она обеспечила обмен культурными ценностями между разными

¹ Валиахметова Альфина Раисовна – студент группы ЭЖД-73, факультет ЭЖД

² Садчикова Валентина Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»

народами. Понемногу распространялись религия, философия и наука, благодаря монахам, бродячим философам и попросту путешественникам.

Кроме того, этот мощный маршрут был похож на дерево с огромным числом ветвей.

А дорог реально было очень много, чтобы торговля могла охватить максимальное количество городов. Известны южное, западное, северное направления.

Всеобщая протяженность пути составляла 12 800 км.

Становление великого шелкового пути в основном зависело от геополитического соперничества различных государств по контролю за караванными дорогами. Для его удачного функционирования было необходимо обеспечить политическую стабильность на протяжении всей дороги, от восточного Средиземноморья до Китая. Такой путь в древности мог функционировать либо при условии прохождения его по одному государству, контролирующему данный путь, либо при «разделе мира» между крупнейшими территориальными державами, которые способны предоставить безопасную торговлю. К 16 веку великий шелковый путь прекратил свое существование.

История шелкового пути в настоящее время считается актуальным опытом взаимовыгодной торговли, а также мирового культурного общения разных государств и народов.

Возобновление шелкового пути приходится на 80-90 гг. 20 века, когда в ЮНЕСКО запускается программа «Шелковый путь – путь диалога». В настоящее время Китай вышел в мировые лидеры по производству товаров народного потребления, и доставка этих товаров потребителям в другие страны является важной составляющей товарооборота. Вновь актуальна доставка грузов наряду с морскими и сухопутными маршрутами, в особенности, это важно для Евразии. В 2013 году председатель КНР С. Цзиньпин принял инициативу возрождения шелкового пути на новом экономическом, финансовом и транспортном уровне. Эта инициатива получила поддержку руководства стран практически по всему миру.

Наша страна получила замечательную роль транзитной страны, у которой есть возможность хорошо заработать на доставке товаров из Китая и оживить свои восточные регионы.

Россия находится на пересечении самых коротких торговых маршрутов между странами Европы и Китаем, в которых формируется большая доля интернационального товаро-транспортного потока. Именно наша страна владеет перспективами стать оптимальным мостом коммуникаций между этими странами.

Поэтому мы предлагаем наш вариант шелкового пути на основе вакуумного магнитно-левитационного транспорта (ВМЛТ) параллельно Байкало-Амурской магистрали. Во-первых, это позволит доставлять товары народного потребления в короткие сроки, а, во-вторых, сама Байкало-Амурская магистраль будет способствовать быстрой постройке новой дороги, в-третьих, предоставляются возможности для ускоренного развития и связи дальневосточных районов с центром.

Что же такое ВМЛТ? Это состав капсул (поездом в традиционном понимании это назвать трудно, так как капсулы не связаны между собой, находятся друг от друга на значительном расстоянии, не имеют локомотива (двигателя)), левитирует над полотном дороги, двигается электромагнитным полем. Этот состав движется вакуумной трубе, не касается ее поверхности в процессе движения, трения о поверхность нет. Состав из капсул движется по принципу конвейера в вакуумной среде, за счет которой может быть обеспечена высокая скорость движения.

Преимущества ВМЛТ [2]:

- низкая стоимость создания и обслуживания колеи,
- самая высокая скорость из всех видов общественного наземного транспорта,
- достаточно низкое потребление электроэнергии,
- снижение эксплуатационных расходов в связи с существенным уменьшением трения деталей.

Огромные перспективы по достижению скоростей, неоднократно превышающих скорости, используемые в реактивной авиации при уменьшении аэродинамического сопротивления путём помещения состава в вакуумный тоннель. В связи с этим прорабатываются про-

екты по использованию магнитных ускорителей в качестве средства вывода полезной нагрузки в космос.

Низкий шум

В основе лежит базовое свойство магнитных полюсов: разные полюса притягиваются, одинаковые – отталкиваются. Сегодня существует две основные технологии подвеса магнита: электромагнитная EMS и электродинамическая EDS.

Главные «принципы технологии: В разреженной среде сдвоенного вакуумированного магистрального магнито-левитационного путепровода, располагаемого эстакадно над относительно равнинной поверхностью земли, в тоннеле под землёй или даже под поверхностью водной преграды, перемещаются на принципах бесконтактной магнитной левитации лёгкие, компактные и герметичные капсулы с размерами, оптимизированными для конкретных задач транспортировки как людей, так и грузов, со скоростью до 6000 км/ч» [3].

На данной дороге в определенные выделенные промежутки времени можно возить грузы и людей с разными скоростями: грузы – до 6500 км/час, людей – до 1000 км/час. Предлагаемый российский вариант шелкового пути возможно развивать до «дерева», охватывая северные регионы России.

Англия, Германия, Япония, Корея, Китай, США уже в 80-е годы начали разрабатывать и реализовать программы по созданию высокоскоростного поезда на магнитной подушке, причем наиболее активно в этом направлении работает Китай, Япония, Корея, США. Китай на основе высокоскоростного транспорта хочет развивать свой новый шелковый путь.

В настоящее время И. Маск разрабатывает вакуумную магнито-левитационную транспортную систему, которая несколько отличается от видения российских ученых, однако используется общий принцип, озвученный еще в 1914 году профессором П.Б. Вайнбергом.

Переход на вакуумный магнито-левитационный транспорт позволяет добиться сверхскоростных транспортных объединений тихоокеанских и атлантических акваторий через Евразийский материк по российской территории, исключить фактор погодных условий, повысить безопасность перевозок, значительно уменьшить влияние на экологическую обстановку.

В России ведутся исследования по решению технических и технологических вопросов создания вакуумного магнито-левитационного транспорта. Результатом этих исследований стала подготовка Объединенным ученым советом ОАО «РЖД» технического требования к проекту вакуумно-левитационной транспортной системы (ВЛТС). Результаты представлены в монографии [4], где для отечественных условий, «подтверждена перспектива ВЛТС и ее вероятная конкурентоспособность в средних 500-1000 км, а также дальних более 1000 км перевозках при соблюдении логистического и цифрового сотрудничества новой транспортной системы с системой классической железной дороги».

Объединенный ученый совет ОАО «РЖД» выявил основные технические требования к реализации ВЛМТ [5-7]:

- определить основные характеристики инфраструктуры ВЛТС;
- определить параметры подвижного состава;
- определить способы уменьшения сопротивления к движению;
- определить условия формирования безопасных систем;
- произвести оценку рисков.

Заключение. Подытоживая вышеперечисленное, можно сделать вывод, что выгоды от географического месторасположения Российской Федерации на пересечении торговых восточных и западных дорог надо использовать. И одной из наиболее перспективных программ в области разработки высокоскоростной технологии перевозок может быть проект ВМЛТ, реализация которого позволит очень быстро перевозить грузы. Это и будет наш «шелковый путь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дроздов Б. В. Геостратегические проекты дальневосточного развития России // Культура. Народ. Экосфера»: труды социокультурного семинара имени Бутровского. Выпуск 4. М.: «Спутник+», 2009.
- 2 Терентьев Ю. А. Основные преимущества и особенности высокоскоростного вакуумного транспорта «ЕТЗ» // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 6. С.10-21.

- 3 Galen J. Suppes A Perspective on Maglev Transit and Introduction of the PRT Maglev // Transportation Research Record. 1995. 1496. pp. 103-111.
- 4 Дроздов Б. В., Терентьев Ю. А. Перспективы вакуумного магнитолевитационного транспорта // Мир транспорта. 2017. Т. 15. № 1. С. 90-99.
- 5 Кирякин В. Ю., Лежава В. Ш., Новгородцева А. В. Применение вакуумной среды для создания скоростных транспортных систем. Математическое моделирование обтекания объектов (метод дискретных вихрей) // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 6. С. 28–36.
- 6 Зайцев А. А. Отечественная транспортная система на основе магнитной левитации // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2015. № 6. С. 22–27.
- 7 О возможностях, специфике, научных задачах по созданию вакуумной среды для транспортных систем / И.А. Воробьев [и др.] // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2016. № 1–2. С. 28–38.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ПОЛИГОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛИ

В. В. Гянджумян¹, Д. В. Васильев²

Введение. Ключевым бизнес-процессом компании ОАО «РЖД» является перевозка грузов. С момента своего создания для более полного удовлетворения потребности грузоотправителей в перевозках холдинг повышает эффективность перевозочного процесса путем внедрения технических и технологических инноваций, совершенствованием организационной структуры, созданием и развитием новых комплексных услуг транспортного обслуживания [1: 5].

Основная часть.

Для повышения конкурентоспособности и клиентоориентированности компании были необходимы комплексные мероприятия, направленные на улучшение наиболее значимого показателя перевозочного процесса – срока доставки груза, и одним из наиболее важных стал поэтапный переход от региональных принципов управления перевозочным процессом к планированию и организации движения поездов на полигонах сети, т.е. переход от планирования перевозочного процесса на территориях, заданных границами железных дорог, к территориям, объединенным единой технологией работы тягового подвижного состава, схожей инфраструктурой, а главное началом и окончанием производственных циклов продвижения транспортных потоков, обеспечивающих максимальный транспортно-логистический эффект. Объединение нескольких железных дорог в полигон, осуществляющий работу по единому технологическому процессу, позволяет сократить непроизводительные простои, связанные с прохождением стыковых станций на границах дорог, а запланированный перевод ряда электрифицированных железнодорожных линий с постоянного на переменный ток дополнительно снизит число задержек в стыковых пунктах по роду тока [2: 3].

Однако, укрупнение зон планирования перевозочного процесса увеличивает возможное число вариантов его организации, что повышает сложность достижения оптимального результата. Ключевой проблемой является наличие множества критериев оптимальности: размер суммарных эксплуатационных затрат; эффективность использования тягового подвижного состава; выполнение установленных нормативов по массе и длине поездов, по участковой скорости, рабочему парку вагонов; соблюдение сроков доставки грузов и др.; а также постоянных и временных ограничений: пропускная способность перегонов; наличный парк локомотивов; максимальная перерабатывающая способность сортировочных станций; запланированные и внеплановые окна в графике движения поездов [3: 89].

Эффективный учет указанных выше факторов при планировании работы возможен только при использовании современных информационных систем. При этом важно понимать, что для получения синергетического эффекта необходимо с одной стороны оптимизировать процесс планирования перевозочного процесса на верхнем уровне, а с другой стороны повышать производительность и пропускную способность элементов, обеспечивающих

¹ Гянджумян Виолетта Вагаршаковна – студент группы ЭЖД-92, факультет ЭЖД

² Васильев Дмитрий Владиславович – преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой»

функционирование железнодорожной инфраструктуры на линейном уровне, ключевыми из которых являются сортировочные станции [4].

Основная часть. В рамках Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» и комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» разрабатывается система «Цифровая железнодорожная станция». Это комплекс взаимосвязанных технических средств и устройств, обеспечивающих расчет и выполнение технологических операций обработки вагонов и поездов на станции и путях необщего пользования с минимальным участием человека.

Внедрение данной системы на всех сортировочных станциях сети ОАО «РЖД» позволит осуществлять планирование работы всех сортировочных станций сети в комплексе с учетом поездов, следующих в адрес друг друга, их прогнозного времени прибытия и наличия вагонов, у которых истекает срок доставки. «Оцифровка» технологических процессов, осуществляемая в рамках данной системы, позволит:

1. Сократить эксплуатационные расходы за счет автоматизации технологических процессов и сокращения времени выполнения операций.
2. Обеспечить переход на малолюдные технологии за счет автоматизации операций, выполняемых человеком.
3. Повысить безопасность выполнения технологических процессов за счет автоматического контроля и протоколирования процессов.
4. Осуществить поэтапный переход от автоматизированного к автоматическому управлению железнодорожной станцией.

Таким образом, переход к организации движения поездов на полигонах сети и цифровая трансформация отрасли являются одними из ключевых мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности перевозочного процесса, рост конкурентоспособности железнодорожного транспорта и его клиентоориентированности [5: 47].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Белозеров О. В. Доклад генерального директора председателя правления открытого акционерного общества «Российские железные дороги» О.В. Белозерова на расширенном итоговом заседании правления ОАО РЖД // Железнодорожный транспорт. 2018. № 1. С. 4–10.
- 2 Сотников Е. А., Шенфельд К. П. Неравномерность грузовых перевозок в современных условиях и ее влияние на потребную пропускную способность участков // Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 5. С. 3–9.
- 3 Шаров В. А. Новые риски при реализации единого интегрированного планирования на железнодорожном транспорте общего пользования // Наука и техника транспорта. 2016. № 2. С. 87–99.
- 4 Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте. URL: <http://www.vniias.ru/isuzht> (дата обращения 1.04.2022)
- 5 Щенников А. Н. Интеллектуальные транспортные системы как специализированные системы // Наука и технологии железных дорог. 2017. 4(4). С. 45-53.

РАЗВИТИЕ УСКОРЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ ПО МАРШРУТУ «ЛИПЯГИ – САМАРА – АЭРОПОРТ «КУРУМОЧ» – ТОЛЬЯТТИ»

А. А. Егорова¹, С. А. Леонова²

Введение. Самарско-Тольяттинская агломерация является одной из самых больших в Российской Федерации. Она включает в себя крупнейшие промышленные центры – Самару и Тольятти. В ее состав входят восемь городских округов и девять муниципальных районов, где в общей сложности проживает 2,7 миллиона человек.

Для успешного формирования Самарско-Тольяттинской агломерации и ее социально-экономического роста необходимо выстроить действенную транспортную систему, в том числе оптимизировать и выработать прозрачную с точки зрения городских границ сеть общественного и пригородного транспорта [1, 2, 3]. Это повысит доступность и экономическую результативность перевозок, а еще обеспечит их комфорт и безопасность. Однако важным для

¹ Егорова Анастасия Александровна – студент группы ЭЖД-73, факультет ЭЖД

² Леонова Светлана Александровна – к.т.н., доцент кафедры «УЭР»

развития и формирования транспортной системы агломерации является изменение спроса и колебание пассажиропотока. Так, например, изменилась структура пассажиропотока в связи с ограничительными мерами с целью предотвращения распространения новой коронавирусной инфекции. В период пандемии удельный вес поездок на работу в структуре перемещений по целям составил в среднем 38 %. Среди занятых эта цифра гораздо выше – 60 %. Вдобавок сократилась доля маятниковых и вахтовых поездок. В целом в период пандемии приблизительно 12 % отчасти ушли на удаленную занятость, 13 % – стали работать удалённо [4]. Однако при этом сохранился спрос на общественный городской и пригородный транспорт в Самарско–Тольяттинской агломерации с учетом изменения структуры пассажиропотока. Изменение величины пассажиропотока также связано с ростом городов, входящих в состав Самарско–Тольяттинской агломерации, строительством новых жилых комплексов и кварталов.

Целью статьи является исследование пассажиропотоков в направлении Липяги – Самара – Аэропорт «Курумоч» – Тольятти и обоснование целесообразности организации ускоренного сообщения в данном направлении.

Для социального планирования и управления необходимо иметь актуальные сведения о численности населения, его составе и размещении, а также знать прогнозные значения на ближайшую перспективу [5]. В период пандемии многие жители городов агломерации перешли на удаленную работу или попали под сокращение на крупных промышленных предприятиях, следовательно, они ищут рабочие места в других регионах. Если между городами Новокуйбышевск, Самара и Тольятти будет организовано скоростное движение с наличием транспортно-пересадочных узлов (с перспективой пересадки на иные виды транспорта), то это позволит увеличить транспортную подвижность населения и даст возможность пассажирам добираться из Самары в Тольятти за 65 мин.

В Самарской области особое внимание уделяется вопросу обеспечения занятости населения. Повышение уровня занятости является одним из приоритетных направлений в политике Самарской области. Показатель уровня занятости определяет степень благосостояния граждан, качество жизни населения, уровень развития общества, а также является индикатором уровня экономического развития региона.

Проведенный анализ численности населения и количества рабочих мест показывает, что к 2035 г в связи с увеличением концентрации населения в отдаленных «спальных» районах будет отмечаться децентрация территориальной структуры расселения и увеличиться число рабочих мест. В связи с этим появятся новые центры притяжения пассажиропотока.

С каждым годом пригородные автотранспортные потоки по направлению Самара–Тольятти увеличиваются, этому способствует сильный рост автомобилизации (начиная с конца 2000 годов) и ненадлежащее качество предоставляемых транспортных услуг частными перевозчиками, которые повышают стоимость проезда и при этом не заботятся о комфорте пассажиров.

Как показал анализ пассажиропотоков на личном автомобильном транспорте наиболее загруженными являются направления Самара – Тольятти и Самара – Аэропорт Курумоч (более 1 млн чел./год). В направлении Тольятти – Аэропорт Курумоч и Самара – поселок Волжский (151 км) ежегодно проезжает порядка 500 тыс. чел. [6]. Также отмечается рост пассажиропотоков в направлении Липяги – Самара и далее в сторону Тольятти. Эти данные свидетельствуют о том, что сохраняется потребность в организации ускоренного прямого железнодорожного сообщения между Самарой и Тольятти через аэропорт Курумоч.

В настоящий момент Тольятти имеет слабую транспортную развязку, как в пределах Самарской области, так и с другими регионами. В связи с этим, нагрузка на автобусный маршрут Тольятти – Самара и транспортную систему г. Самары возрастает, в том числе и за счёт жителей Тольятти. При этом временные затраты на поездку, существенно возрастают, из-за необходимости пересадки с одного вида транспорта на другой.

Значения пассажиропотоков между городами Самара и Тольятти на междугородних и пригородных автобусных маршрутах относительно точные. При анализе пассажиропотоков учитываются все виды подвижного состава, задействованные на направлении, и наполняемость всех автобусов в каждый период времени. Следует отметить, что для большего запол-

нения автобусов водители подсаживают пассажиров на других остановочных пунктах городского общественного транспорта.

На пригородном электропоезде в направлении Самара – Тольятти пассажиропоток составил примерно 37,9 тыс. пассажиров в год в каждом направлении, более значительными оказались пассажиропотоки между промежуточными остановочными пунктами.

Такой маленький объем перевезённых пассажиров может быть причиной того, что данная электричка находится в пути следования более 2 часов, остановочные пункты по данному маршруту следования: 125-км, Мастрюково, 151-км, Старосемейкино, Водинская, Ягодна, Дачная, Пятилетка, Киркомбинат, Школьная.

11 июня 2021 г. был дан старт скоростному движению Самара – Жигулевское море и ежедневно ласточка перевозит около 2,5 тыс. пассажиров, это составляет порядка 1 млн чел в год. По данному направлению курсирует 6 пригородных электропоездов, скорость их следования составляет около 160 км/ч.

На данный момент Ласточка курсирует только до Жигулевского моря, жители города Тольятти чувствуют себя обделенными, добираться общественным видом транспорта достаточно затратно по времени (время в пути около 2 часов).

С целью развития инфраструктуры предлагается ряд мероприятий, направленных на реорганизацию некоторых объектов в направлении Самара – Тольятти, а именно формирование транспортно-пересадочных узлов и строительство участков железной дороги. Самые значимые объекты – это транспортно-пересадочный узел Пятилетка и о.п. 151 км, которые объединят различные виды транспорта. В пересадочном узле, формируемом вокруг станции Пятилетка, будут взаимодействовать пригородный железнодорожный транспорт, пригородный автобусный и городские виды общественного пассажирского транспорта, метрополитен.

Масштабным и значимым будет транспортно-пересадочный узел, формируемый вокруг о.п. 151 км с целью обеспечения возможности добраться до аэропорта с помощью автобуса-шаттла при согласовании расписания поездов и расписания движения автобусов, определении количества единиц подвижного состава.

Таким образом, анализ пассажиропотоков в Самаро-Тольяттинской агломерации (численность населения и концентрация рабочих мест в настоящее время и с прогнозом до 2035 г, пассажиропотоки на личных автомобилях и пригородных автобусах), рост численности и подвижности населения подтверждает необходимость организации ускоренного железнодорожного сообщения по маршруту «Липяги – Самара – аэропорт Курумоч – Тольятти» с формированием системы транспортно-пересадочных узлов с целью дальнейшего социально-экономического развития региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2025 года и перспективу до 2030 года (Белая книга), утв. № 769/П ОТ 17.04.2018 г. 128 с.
- 2 Стратегия социально-экономического развития Самарской области на период до 2030. Утв. постановлением Правительства Самарской области от 12.07.2017 г. № 441. 248 с.
- 3 Носков И. В. Стратегические направления развития транспортного комплекса региона (на примере Самарской области): автореф. ... канд. эконом. Наук. Самара: Самарский государственный экономический университет. 2010. 26 с.
- 4 О ходе разработки комплексной транспортной схемы Самарско-Тольяттинской агломерации [Электронный ресурс]: Центр экономики инфраструктуры. 2020. 16 с. URL: https://minstroy.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/samara_2020_07.pdf (дата обращения 10.04.2022).
- 5 Pierre-Philippe Combes, Gilles Duranton, Laurent Gobillon. Salaires et salariés en Île-de-France // *Revue économique*, Presses de Sciences-Po. 2015. Vol. 66(2). P. 317-350.
- 6 Янков К. В., Лавриненко П. А., Фадеев М. С. Опыт прогнозирования пассажиропотоков и социально-экономических эффектов при ускорении железнодорожного сообщения в Самаро-Тольяттинской агломерации // *Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2016. Т. 14. С. 622-646.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ КАЗАНЬ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М. С. Михайлова¹, С. А. Леонова²

Введение. Станция Казань по характеру работы является пассажирской станцией, по объемам выполняемой работы и технической оснащенности станция является внеклассной. На станции выполняются грузовые и коммерческие операции на местах необщего пользования. Оперативный план работы станции предусматривает выполнение заданий приёма, обработки, отправки поездов, прицепных и местных вагонов, включая беспересадочные вагоны в зависимости от графика движения и выполнения основных показателей качества работы станции [1].

Маневровые передвижения по станции производятся в соответствии с правилами технической эксплуатации железных дорог РФ, ТРА станции, но несмотря на это, перестановка составов на станции занимает достаточно много времени из-за того, что часть стрелок переводится вручную, а имеющаяся на станции электрическая централизация не в полной мере отвечает требованиям и запросам компании ОАО «РЖД» [2].

Таким образом, целью работы является совершенствование работы станции Казань за счет внедрения цифровых технологий. К цифровым технологиям на железнодорожном транспорте в том числе относят различные железнодорожные автоматические и телемеханические системы, основная задача которых обеспечить безопасность поездов и оптимизировать работу станции, так как сбой или отсутствие таких систем на станции могут вызвать катастрофические последствия, включая многочисленные человеческие жертвы [2, 3].

Современные практики показали, что системы релейной, механической, релейно-процессорной железнодорожной автоматики и телемеханики, обладают рядом недостатков, которые делают их применение ограниченным, технически бесполезным. На данный момент релейные устройства, выполняющие необходимые зависимости стрелок и сигналов, чаще всего заменяются микропроцессорными системами.

Внедрение систем микропроцессорного управления железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) даёт возможность повысить уровень качества управления поездами: не просто обеспечение безопасности движения, а увеличение пропускной способности участков железнодорожного движения, снижение эксплуатационных расходов, повышение производительности и рентабельности железнодорожных работников. Внедрение микропроцессорных систем позволяет улучшить качественное управление движением поездов и маневровой работой.

Надёжность СЖАТ оказывает существенное влияние на безопасность поездов. При этом функциональное предназначение таких систем – обеспечение безопасности перевозок. Определяется и принципиальная разница стратегии разработки СЖАТ и разработки общепромышленных автоматических устройств. В последних обычно реализуется принцип устойчивости к отказам, то есть при любом сбое и отказе система должна поддерживать возможность контроля управления объекта. СЖАТ использует принцип отказной безопасности, при которой при любом сбое и отказе система должна быть гарантированно перенесена в безопасное состояние, что исключает возможность контроля управления объекта.

Микропроцессорная централизация на железной дороге нужна для технологического процесса управления железнодорожными перевозками и работы структурных подразделений всего железнодорожного транспорта, в которые входят подъездные пути необщего пользования, имеющиеся в ведении промышленных предприятий, а также инфраструктура ОАО «РЖД».

Микропроцессорная централизация на железнодорожном транспорте – это связующее звено между подвижным составом, объектами СЦБ ЖАТ, представляющие собой первичные источники информации и систему управления всеми перевозочными процессами более высокого уровня. Система микропроцессорной централизации МПЦ-ЭЛ имеет гибкую модульную архитектуру, включающую в себя основные уровни (подсистемы). Оборудование железнодо-

¹ Михайлова Марина Сергеевна – студент группы ЭЖД-73

² Леонова Светлана Александровна – к.т.н., доцент кафедры «УЭР»

рожной станции устройствами микропроцессорной централизации позволяет избежать парализации работы станции на непродолжительное время, для этого используются источники бесперебойного питания, которые не применяются в централизации релейного типа [4, 5].

В работе предлагается введение микропроцессорной централизации на станции Казань, а именно переустройство электрической централизации на более современную микропроцессорную систему электрической централизации (МПЦ-ЭЛ), оснащённую комплексом по повышению уровня киберзащищённости. При этом предполагается реконструкция станции. Оборудование системы МПЦ-ЭЛ размещается в существующем здании РТУ, переоборудованном под пост МПЦ (рис.).

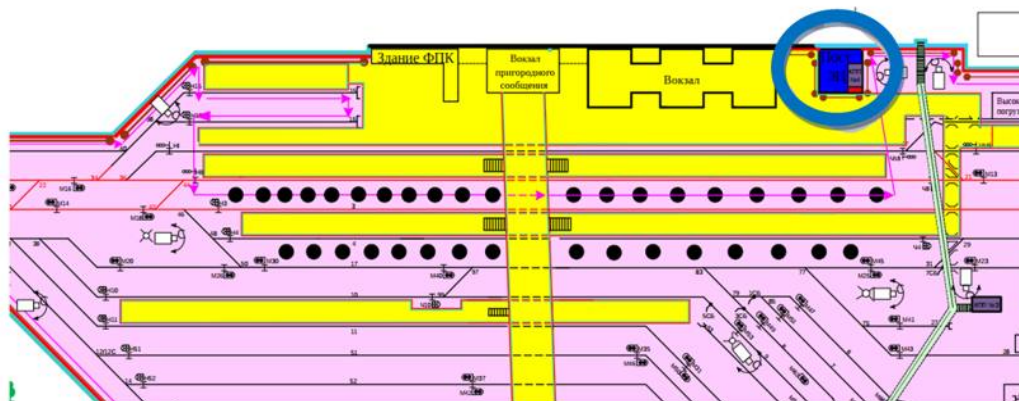


Рис. Размещение оборудования системы МПЦ-ЭЛ на станции Казань

Назначение микропроцессорной электрической централизации (МПЦ-ЭЛ) – возможность дистанционного управления стрелками, сигналами, переездной сигнализацией, а также другими устройствами на станциях и прилегающих к ним перегонах. МПЦ-ЭЛ по сравнению с централизацией стрелок и сигналов релейного типа имеет ряд преимуществ:

- высокая надежность, которой способствует дублирование основных элементов, в том числе центрального процессора;
- меньшая энергоёмкость;
- обеспечение безопасности движения поездов благодаря непрерывному обмену информацией между управляющим процессором и объектом управления, контроля стрелок, светофоров и т.д.;
- регистрация и фиксирование номеров поездов, которые проходят через станции, регистрация всех отказов устройств СЦБ на перегонах и станциях и т.п.

Микропроцессорная электрическая централизация допускает увязку со всеми существующими перегонными и станционными устройствами СЦБ. Программное обеспечение МПЦ-ЭЛ защищено от несанкционированного доступа. МПЦ-ЭЛ состоит из основных составных частей:

- подсистема автоматизированных рабочих мест АРМ-ЭЛ;
- подсистема центрального процессора ЦП-ЭЛ;
- управляемые и контролируемые напольные объекты СЦБ;
- устройства диагностики МПЦ-ЭЛ, способствующие снижению вероятности отказов комплектующих элементов до отдельной печатной платы, что в свою очередь упрощает процесс устранения таких отказов;
- системное программное обеспечение ЦПУ, АРМ и т. д.

Основа МПЦ-ЭЛ на базе ЦПУ состоит из двух равноправных компьютеров обработки зависимостей. Информация о состоянии объекта в компьютере обновляется в каждом программном цикле, длительность которого составляет 0,6 секунд. Благодаря таким программным циклам микропроцессорная электрическая централизация собирает все данные состояния контролируемого и управляемого объекта, передает в качестве индикации в систему управления и отображает информацию, касающуюся состояния объекта. Независимо от фиксируемого цикла команды от системы отображения и управления обрабатываются по мере поступления.

Оборудованные микропроцессорной электрической централизацией (МПЦ-ЭЛ) станции полностью управляются системой диспетчерского центрального аппарата или с местного автоматизированного рабочего места (АРМ). Также возможна и комбинация данных режимов. В случае необходимости система микропроцессорной электрической централизации (МПЦ-ЭЛ) может самостоятельно осуществлять управление, автоматически установив маршруты по заранее определенным процедурам.

Таким образом, благодаря внедрению системы МПЦ-ЭЛ на станции сокращается время на перестановку вагонов, повышается уровень надежности и безопасности работы станции, появляется возможность управления на более высоком уровне несколькими объектами с одного рабочего места, обеспечивается автоматизация станционных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции Казань Горьковской железной дороги - филиала ОАО «РЖД» / Утв. Садовниковым Д.А. 11.12.2019 г. 88 с.
- 2 Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2025 года и перспективу до 2030 года (Белая книга), утв. № 769/Р ОТ 17.04.2018 г. 128 с.
- 3 Распоряжение от 31 июля 2020 г. п 1640/р «О реализации стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» до 2025 года». 57 с.
- 4 Микропроцессорная централизация - решение для магистральных железных дорог, городского рельсового и промышленного транспорта [Электронный ресурс] // 1520 Сигнал. URL: <https://1520signal.ru/metro/mpc/> (дата обращения 11.04.2022).
- 5 Система микропроцессорной централизации стрелок и сигналов – Control Engineering Russia [Электронный ресурс] // URL: <https://controlengrussia.com/avtomatizatsiya-zh-d-transporta/dispetcherizaciya/> (дата обращения 15.04.2022).

ТУРИСТИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ КУЙБЫШЕВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Д. А. Мишин¹, Я. В. Акименко²

Введение. Преодоление пространства является одним из самых важных условий для туристической поездки. Транспортная услуга – неотъемлемая часть структуры туристического сектора. В мире туристического бизнеса наибольшая доля транспортных услуг составляют автомобильные и воздушные транспортные средства, основным конкурент которых - железнодорожные. В нашей стране он обладает определенным приоритетом в отношении других видов транспорта, поскольку он позволяет перевозить большое количество туристов на дальние расстояния и обеспечивать высокий комфорт передвижений. Сегодня железные дороги предлагают выше уровень надежности, чем автомобильные и воздушные транспортные средства, и точное соблюдение графиков. По мере развития туризма маршруты транспорта будут непрерывно расширяться в связи с повышенным спросом на путешествия, поскольку увеличение спроса на поездки положительно влияет на развитие инфраструктуры транспорта. Транспорт позволяет, кроме того, расширять географию поездок. Цель работы заключается в подробном изучении взаимосвязи железнодорожного транспорта и туристического туризма.

В середине XX века началась активное движение воздушного транспорта и автотранспорта. Железные дороги остались основным транспортом для путешественников. Постепенно с развитием технологического прогресса значительную часть транспортных средств занимали автомобильные и воздушные перевозки. Но создание и введение в эксплуатацию железных дорог в Европе и Восточной Азии вернули европейским и восточным странам железные дороги их былую важность и конкурентоспособность. Современное решение для устройства подвески высокоскоростного поезда обеспечивает очень плавный и бесшумный ход. Вагон более комфортный, оборудован кондиционером, мягким сидением, панорамным

¹ Мишин Данил Андреевич – студент группы ЭЖД-02, факультет ЭЖД

² Акименко Яна Валерьевна – старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой»

окном и душевой кабиной. В итоге поездка на поезде гораздо информативнее, чем в автобусе, так как часто улицы окружены рекламным щитом и забором, закрывающие широкий обзор. Сегодня туристический поезд использует самые различные группы туристов. Это группы индивидуальных туристов и группы организованных туристов. Возможно несколько видов перевозки для туристов: от рейсов на линейных поездах до организаций чартерного рейса и специального туристического поезда, и экскурсий в местные и междугородные маршруты. Путешествие по поезду дает много преимуществ туристам. Это очень удобное место, чтобы путешествовать по любому климату и вне зависимости от пересадок. Также при пересечении границы туристы оформляют таможенную документацию в самом вагоне. В структурной реформе железнодорожной транспортной отрасли предусмотрено введение новых направлений деятельности по пассажирскому обслуживанию, в том числе развитие туризма в железнодорожном транспорте. Напомним, железнодорожная индустрия начала развиваться, когда в июле 1841 г. английский бизнесмен Томас Кук устроил поездку на 570 пассажиров, где пассажирам было предоставлено различное обслуживание, в том числе питание, музыкальный оркестр. Наша страна начала активно развивать железнодорожное движение еще в Советском Союзе. Первые туристические и междугородные поездки организовали Центральный совет туризма в 1960 году вместе с Министерством путей сообщения. Содержание, форма и вид поездов были сильно различны. Расписания самых часто использующих поездов были составлены. В 1983 г. уже было более 1600 рейсов туристов. В то же время продолжительность путешествия составляла от 1 до 32 дня. Этот вид развлечений становится все популярнее, завоевывая симпатию туристов и экскурсоводов. Самый популярный маршрут считался Транссоюзный железнодорожный тур, который стартовал во Владивосток и прошел по Сибири, Москве, Ленинграду, Риге, Таллинну, Вильнюсу, Киеву и Керченскому краю. Также большой спрос получили маршруты по старинным русским городам, крупнейшим городам Украины и Кавказа, Прибалтики и маршрут Кругобайкальской железной дороги. Помимо внутренних поездок туристические поезда организовали поездки за пределами страны. Но после того, как СССР распался, железнодорожное движение потеряло популярность в стране. Понятие железнодорожного туризма используется лишь в узком круге и не учитывается. Однако накопленный советским временем опыт становится базой для того, чтобы восстановить этот вид отдыха и развивать его на новом уровне в будущем.

Россия является великой железнодорожной державой. Наличие густых железнодорожных сетей, в особенности в европейском регионе, позволяет организовывать различные железнодорожные маршруты по географическому положению, форме и содержанию. При организации туристического железнодорожного маршрута следует учитывать, что сеть железнодорожной сети в нашей стране территориально делится на несколько частей. Европа более развитая часть России, Восточная – меньше развита (Сибирь и Дальний Восток). Практически все государства мира связаны с железной дорогой, которая предоставляет доступ к самым интересным регионам, географически, исторически, с туристической стороны. Путешествовать по России с комфортом сегодня стало еще проще. Реформа железнодорожного транспорта продолжается, что предполагает введение дополнительных услуг, связанных с новыми предложениями в сфере обслуживания пассажиров. Сегодня традиция путешествовать на поезде возродилась, и туристические поезда снова курсируют по стране [2: 12]. Открытое акционерное общество ОАО РЖД предлагает в наше время различные перевозки по сети Куйбышевской железной дороги:

В рамках инициативы и поддержки Правительства Мордовии и сотрудничества с региональными туристическими операторами стартовал комплексный межрегиональный железнодорожный и туристический проект «Яркие выходные в Приволжье». Реализация туров выходных дней, в том числе национальных туристических программ в разных сферах отдыха: культуры, познавательной, национальной, гастрономической, развлекательной и других. Посещение таких ж.-д. поездок позволит гостям узнать о городе, где прошли матчи, а также о болельщиках чемпионата мира-2018, национальном колорите Мордовии и уникальных кухнях, оригинальных народных песнях и танцах.

В России туризм активно развивается, а железнодорожное движение является одним из направлений его популярности. Благодаря «Орлану» туристы смогут попасть в популярные

туристические объекты Башкирии – геопарк «Торатау», «Мурадымовское ущелье», «Нугушское водохранилище». Поезд ездит дважды в день, с остановкой в Деме, Карламане, Стерлитамак, Салават, Мелеуз и Кумертау. Пассажиры смогут заранее оформить бронирование понравившегося места: актуальные сведения о рейсах поездов представлены на официальных сайтах РЖД, на мобильных приложениях РЖД-Пассажиры и на станциях и вокзалах. В «Орлане» можно использовать льготы федерального и республиканского законодательства. Купить билеты вы можете в поезде и билетной кассе.

Большое количество природных, экологических, историко-культурных объектов находится в Самарской области, а также в соседних регионах, которые обладают туристической привлекательностью. Это способствует развитию внутреннего туризма на основе железнодорожных транспортов. В Куйбышевской железной дороге и филиале ОАО «ФПК «РЖД Тур» существует огромный опыт для реализации туристического проекта. «Открытый Самара» - комплексная продукция, включающая различные направления туризма, открывающая регион со всех сторон. Первым направлением является туризм культуры - выходные туры «Путешествие на пленэр» и «Самарский шик-модерн». «Новинки» сезона являются гастрономический тур «Вкусно Едем» и направлением туристического туризма «Тур де Пляж. Самара». Также в программе проект «Жигулевские выходные». «Жигулевские выходные» - бренд, охватывающая границы Самарского края. Включены экскурсии в Сызрань и Тольятти. Проект ещё может быть насыщен дополнительными предложениями, которые будут интересны туристам.

Ульяновская туристическая отрасль имеет уникальные туристические ресурсы. Исторически Ульяновская область имела два направления туристического туризма – оздоровительный и историко-культурный. Благодаря богатой природе среднего Поволжья, отсутствию вредных производств, в регионе развиваются экологические туры. Для любителей природы известны «Сенгилевские горы», «Скрипинское озеро», «Белое озеро», «Тургеневские острова», «Юловский пруд» и «Никольское на Черемшане». Ульяновская область удивляет своей локацией: город расположен между Волгой и Свиягой, которые текут в противоположном направлении, явление, которому в мире нет аналогов. Приезжают сюда, чтобы посмотреть архитектуру советской эпохи, увидеть мемориал Ленина, музей авиации, пофотографироваться вблизи необычных памятников.

Пензенская область крайне богата многочисленными интересными местами. Туристическая достопримечательность Пензенского края - много старинных зданий, где жили великие деятели российской культуры и множество уникальных мест, включая уникальные, такие как подземный и скальный монастырь, старинные церкви, святые фонтаны, чудотворные храмы. А археологические раскопки делают коллекции местного музея очень интересными. В Поволжье множество красивых мест, созданных не людьми, а природой. Например, на Юго-Западе можно побывать в заповеднике «Приволжская лесостепь». Поездка может быть совместна с посещением усадеб, храмов на территории и совершением экскурсий, которые рассказывают о местных уникальных флорах и фаунах, таких как бобровые поселения и растения, занесенные в Красную книгу, которыми еще может удивить Пензенская область.

Невозможно развивать железнодорожное движение без совместного усилия перевозчика, туроператора и регионального правительства. Взаимная кооперация будет способствовать оптимизации цены, особенно для туристических поездов и регулярному туристическому обмену между регионами и странами. Впрочем, пока не все субъекты РФ готовы к такому сотрудничеству. Кроме того, нужно продвигать это направление и распространить среди потенциального туриста. Железнодорожное движение по Куйбышевской дороге является важным фактором для стабильных развитий регионов [1: 7]. Кроме создания самой туристического маршрута, развивается инфраструктура дорожного движения, которая является основой развития региональной экономики. Большое значение имеет создание инфраструктуры, которая будет поддерживать туристов весь путь, питание и развлечения. Создание логистически правильного календаря мероприятий, разработанного в зависимости от времени года, даст ускорение развития регионов, обеспечит прибыль туристов весь год. Позиция железнодорожного транспорта в любой период года позволяет ему добиться значительного преимущества от других видов туризма. Сегодня железная дорога является одним из наиболее надежных, доступных транспорт-

ных средств. Благодаря сравнительно невысоким ценам железнодорожное транспортное сообщение стало популярным. Однако это не означает, что надо остановиться, интересы народа растут, меняются ежедневно. Туристу хочется посетить самые отдаленные уголки мира, и это означает, что нужно расширить маршруты, улучшать условия для путешествий. К сожалению, в условиях пандемии коронавируса и снижения платежеспособности россиян внутренний туризм и, прежде всего, железнодорожное движение переживает сложные времена. Но при этом железнодорожное движение имеет весьма хорошие возможности найти свой экономический потенциал и потребителя на международных и национальных рынках туризма. Поэтому Куйбышевская дорога - источник многих уникальных проектов туризма для любых географических направлений и сегментов населения. Влияет безопасность железнодорожного транспорта и проверенные механизмы организации перевозки больших групп [5: 88].

Для успешного развития железнодорожного туризма необходимо внедрять абсолютно новые туристические маршруты, которые в связи с политической обстановкой в стране, позволят туристам не только хорошо отдохнуть за границей, но и в нашей стране, в частности на территории Куйбышевской железной дороги. Запуск маркетинговой кампании по ознакомлению населения с доступным туристическим продуктом и их преимуществами. Важно уточнение ценовой политики и введение системы льгот и скидок. И, разумеется, развитие туризма на железной дороге невозможно без заинтересованных регионов. При этом появление новой туристической продукции, ориентированной на широкий спектр потребителей, позволит регионам привлечь новые инвестиции в виде туристических и новых инфраструктурных объектов [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=804>
- 2 Косарева Н. В., Адашова Т. А. Железнодорожный туризм как один из векторов устойчивого развития регионов России // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 2. С. 61–65.
- 3 Гордиенко М. В. Интеграционные процессы и государственное управление стратегическим развитием туристической индустрии в условиях рыночной экономики // Материалы международ. научно-практической конф. М., 1998, Вып. 1. С. 194-198.
- 4 Распоряжение Правительства РФ от 30.01.2020 г. № 140-р. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001300031>
- 5 Егорова Н. Е., Цыганков Д. А. Методы и инновации в планировании развития внутреннего туризма в регионе // Экономика и предпринимательство. 2013. № 5 (34). С. 225-229.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО ВАРИАНТА ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЧАСТКЕ КИНЕЛЬ-АБДУЛИНО

П. В. Плаксин¹, О. А. Бондаренко²

Введение. Организация местной работы на железнодорожных участках является важной частью перевозочного процесса и влияет на эффективность работы железнодорожного транспорта.

На железнодорожной станции Кинель производится формирование местных поездов с вагонами назначением на участок Кинель-Абдулино. Рассматриваемая станция – внеклассная двухсторонняя сортировочная станция. К станции прилегают двухпутные перегоны Кинель – Спиридоновка, Кинель-Алексеевская, Кинель – Пост 103 км, Кинель – Тургеневка.

На станции Кинель кроме формирования местных поездов производится ряд операций по безостановочному пропуску грузовых поездов; приему и отправлению, расформированию и формированию грузовых поездов различных категорий согласно плану формирования поездов; погрузке, выгрузке вагонов; оформлению перевозочных документов. Также на станции

¹ Плаксин Павел Викторович – студент группы ЭЖД-73, факультет ЭЖД

² Бондаренко Оксана Александровна – к.т.н., доцент кафедры «УЭР»

производится работа с транзитными грузовыми поездами, следующими как без переработки, так и с изменением нормы массы и/или длины, производится смена локомотива и/или локомотивной бригады. На станции производится местная работа с вагонами, прибывающими под погрузку и выгрузку; обслуживание путей общего и необщего пользования, а также прикрепленных станций прилегающих участков маневровыми локомотивами.

На железнодорожном участке Кинель-Абдулино для развоза местного груза используются сборные поезда, сформированные на станции Кинель и Абдулино в сочетании с работой маневровых локомотивов. Прицепка и отцепка вагонов осуществляется на станциях Кротовка, Новоотрадная, Похвистнево, Бугуруслан, входящих в данный участок. Грузовая работа осуществляется на станциях: Абдулино, Сарай-Гир, Заглядино, Асекеево, Бугуруслан, Похвистнево, Подбельская, Толкай, Новоотрадная, Кротовка, Серные Воды, Кинель.

В целях совершенствования местной работы на участке Кинель-Абдулино предлагается 2 варианта организации местной работы.

В первом возможном варианте работы предлагается для уменьшения времени работы сборного поезда сократить остановку на станции Бугуруслан. Вагоны назначением на станцию Бугуруслан отцеплять на станции Похвистнево и доставлять маневровым локомотивом.

Во втором варианте предлагается добавить остановку сборному поезду на станции Асекеево для отцепки вагонов назначением Асекеево и Заглядино, с последующим развозом маневровым локомотивом со станции Асекеево на станцию Заглядино.

Годовые затраты на работу сборных поездов можно определить по формуле [1,2]:

$$E_{сб}^i = E_{нак}^i + E_{форм}^i + E_{мр}^i + E_{отпр}^i + E_{прод}^i + E_{ст}^i, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где i – возможный вариант работы сборного поезда.

$E_{нак}$ – затраты на простой вагонов под накоплением, руб.;

$E_{форм}$ – затраты на простой вагонов в системе формирования, руб.;

$E_{мр}$ – затраты на маневровую работу, руб.;

$E_{отпр}$ – затраты на простой вагонов при подготовке поезда к отправлению, руб.;

$E_{прод}$ – затраты на продвижение по участку, руб.

Расчет годовых затрат, связанных с организацией и продвижением сборных поездов, выполнен для существующей технологии местной работы на железнодорожном участке Кинель-Абдулино, а также для возможных вариантов местной работы.

Результаты расчета годовых затрат, связанных с организацией и продвижением сборных поездов на участке Кинель-Абдулино по существующему маршруту и возможным вариантам работы, сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты расчета годовых затрат, связанных с организацией и продвижением сборных поездов на участке Кинель-Абдулино

составляющие затрат	годовые затраты, руб.		
	существующий вариант работы	1-й возможный вариант работы	2-й возможный вариант работы
$E_{нак}$	32254,4	32254,4	32254,4
$E_{ф}$	2656,2	2656,2	2656,2
$E_{мр}$	153816,1	153816,1	153816,1
$E_{п.к.отп}$	3339,3	3339,3	3339,3
$E_{перем}$	46525214,1	45604611,1	47433027,5
$E_{ст}$	6269901	560133,8	6903015,05
$E_{сб}$	52987181,1	51399010,9	54528108,55

Вывод. В результате анализа результатов расчета годовых затрат на организацию и продвижение сборных поездов установлен экономически-целесообразный вариант организации местной работы. На участке Кинель-Абдулино экономически целесообразным вариантом организации местной работы является 1-й предлагаемый вариант, в котором сборный поезд останавливается на станциях Кротовка, Новоотрадная, Похвистнево для отцепки и

прицепки вагонов. Экономический эффект от внедрения 1-го предлагаемого варианта составит 1588170,2 руб. в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бондаренко О. А., Муковнина Н. А. Порядок определения оптимального варианта работы сборного поезда // Вестник транспорта Поволжья. 2021. № 2 (86). С. 45-50.
- 2 Бондаренко О. А., Муковнина Н. А., Третьяков Г. М. Порядок определения затрат на организацию и продвижение местных поездов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3(81). С. 50-55.
- 3 Романова П. В., Бондаренко О. А., Муковнина Н. А. Использование логистических принципов в организации местной работы // Nexa Revista Científica. 2021. 34 (06). С. 1867–1875. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i06.13188>
- 4 Методика оценки и критериев экономической эффективности отправительских маршрутов : утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 30.05.2017 N 1026р. [Электронный ресурс]: URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=219825&fld=134&dst=100001,0&rnd=0.18213265202330398#09536257720608736>. (Дата обращения: 12.03.2022).
- 5 Бондаренко О.А. Организация местной работы на участке железной дороги // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Гомель : БелГУТ, 2013. С. 67-68.
- 6 Александров В. И., Бондаренко О. А. Оптимизация местной работы на участке: методические указания. Самара: Изд-во СамГУПС, 2018. 22 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ПРИЛЕГАЮЩИХ К СТАНЦИИ ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ УЧАСТКАХ

Т. А. Синяшина¹, О. А. Бондаренко²

Введение. Местная работа на железнодорожных участках характеризует взаимодействие грузовой и поездной работ. Именно поэтому местной работе уделяют особое место для улучшения эффективности грузовой и поездной работы и железнодорожного транспорта в целом.

На железнодорожной станции Жигулевское Море производится формирование местных поездов с вагонами назначением на участки Жигулевское Море – Кинель и Жигулевское Море – Сызрань-1. Рассматриваемая станция – грузовая станция 1 класса с комбинированным расположением парков и главных путей, расположена на однопутном участке Сызрань-1 – Кинель с электротягой постоянного тока.

Для рациональной организации местной работы на прилегающих к станции Жигулевское Море участках, необходимо установить порядок продвижения плановых местных вагонопотоков. Развоз местного груза на прилегающих к станции Жигулевское Море участках осуществляется сборными, участковыми, вывозными поездами, которые формируются согласно плану формирования.

Согласно плану формирования, станция Жигулевское Море формирует следующие местные поезда:

- участковые поезда назначением Жигулевское Море – Кинель;
- участковые поезда назначением Жигулевское Море – Сызрань-1;
- вывозные поезда назначением Жигулевское Море – Курумоч;
- вывозные поезда назначением Жигулевское Море – Жигулевск;
- сборные поезда назначением Жигулевское Море – Кинель;
- сборные поезда назначением Жигулевское Море – Сызрань-1.

Для всех местных поездов, формируемых станцией Жигулевское Море, выполнен расчет годовых затрат на их организацию и продвижение [1, 2].

В целях совершенствования местной работы предлагается несколько возможных вариантов организации местной работы на прилегающих к станции Жигулевское Море участках.

¹ Синяшина Татьяна Алексеевна – студент группы ЭЖД-72, факультет ЭЖД

² Бондаренко Оксана Александровна – к.т.н., доцент кафедры «УЭР»

В первом возможном варианте, в целях уменьшения времени нахождения сборного поезда на участке Жигулевское Море – Кинель, предлагается сократить остановку поезда на станции Козелковская. Вагоны назначением на станцию Козелковская будут следовать со сборным поездом до станции Водинская и затем доставляться маневровым локомотивом.

Во втором возможном варианте предлагается сборные и участковые потоки назначением на станцию Сызрань-1 отправлять в совместных поездах.

В третьем возможном варианте предлагается сборные и участковые потоки назначением на станцию Кинель отправлять в совместных поездах.

В четвертом возможном варианте предлагается сборные и участковые потоки назначением на станцию Сызрань-1 и на станцию Кинель отправлять в совместных поездах.

Для предлагаемых возможных вариантов организации местной работы на прилегающих к станции Жигулевское Море участках выполнен расчет годовых затрат на организацию и продвижение местных поездов [1, 2].

Результаты расчета годовых затрат по существующему варианту работы и по возможным вариантам местной работы представлены в таблице.

Таблица

Результаты расчета годовых затрат по возможным вариантам организации местной работы на прилегающих к станции Жигулевское Море участках

НАЗНАЧЕНИЕ ПОЕЗДА	КАТЕГОРИЯ ПОЕЗДА	ГОДОВЫЕ ЗАТРАТЫ, РУБ.				
		СУЩЕ- СТВУЮЩИЙ ВАРИАНТ	1-Й ПРЕДЛ. ВАРИАНТ	2-Й ПРЕДЛ. ВАРИАНТ	3-Й ПРЕДЛ. ВАРИАНТ	4-Й ПРЕДЛ. ВАРИАНТ
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – КИНЕЛЬ	УЧАСТ- КОВЫЙ	20376606,2	20376606,2	20376606,2	48188513	48188513
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – КИНЕЛЬ	СБОРНЫЙ	32438057	29557249,1	32438057		
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – КУРУМОЧ	ВЫВОЗ- НОЙ	7409654	7409654	7409654	7409654	7409654
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – СЫЗРАНЬ-1	УЧАСТ- КОВЫЙ	22164535	22164535	48512104	22164535	48512104
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – СЫЗРАНЬ-1	СБОРНЫЙ	26507036,4	26507036,4		26507036,4	
ЖИГУЛЕВСКОЕ МОРЕ – ЖИГУ- ЛЕВСК	ВЫВОЗ- НОЙ	2973004	2973004	2973004	2973004	2973004
ИТОГО		111868893	108988085	111709425	107242743	107083275

Вывод. В результате анализа результатов расчета годовых затрат на организацию и продвижение местных поездов на прилегающих к станции Жигулевское Море участках установлено, что оптимальным вариантом работы является четвертый предлагаемый вариант.

Экономический эффект от использования оптимального варианта местной работы определяется:

$$\mathcal{E} = E_{\text{сущ}} - E_{\text{пред}}^{\text{min}}, \text{ руб.} \quad (1)$$

где $E_{\text{сущ}}$ – годовые затраты по существующему варианту организации местной работы, руб;

$E_{\text{пред}}^{\text{min}}$ – минимальные годовые затраты на организацию местной работы по предлагаемому варианту, руб.

Экономический эффект от внедрения четвертого предлагаемого варианта составит 4785618 руб. в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бондаренко О. А., Муковнина Н. А. Порядок определения оптимального варианта работы сборного поезда // Вестник транспорта Поволжья. 2021. № 2 (86). С. 45–50.
- 2 Бондаренко О. А., Муковнина Н. А., Третьяков Г. М. Порядок определения затрат на организацию и продвижение местных поездов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3 (81). С. 50–55.

- 3 Романова П. В., Бондаренко О. А., Муковнина Н. А. Использование логистических принципов в организации местной работы // Nexa Revista Científica. 2021. 34 (06). 1867–1875. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i06.13188>.
- 4 Левин Д. Ю. Адаптация организации местной работы к современным условиям. Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта // Вестник ВНИИЖТ. 2018. № 77 (1). С. 18–26.
- 5 Александров В. И., Бондаренко О. А. Оптимизация местной работы на участке: методические указания. Самара: Изд-во СамГУПС, 2018. 22 с.

СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н. С. Тороповский¹, А. С. Аляева², А. Д. Суванкулова³, О. В. Москвичев⁴

Введение. Моделирование является одним из способов решения практических задач. С помощью него обеспечивается возможность проводить эксперименты и вносить изменения в уже имеющуюся инфраструктуру, так как намного целесообразнее построить модель реальной системы, то есть описать ее на языке программирования, нежели строить новые объекты или их разрушать для проведения наблюдений. Также, оно помогает найти оптимальное решение и дает четкое представление о сложных системах [1].

Данный процесс подразумевает переход на определенный уровень абстракции, опуская несущественные детали, с учетом только того, что считаем важным. Система в реальном мире всегда сложнее своей модели.

Имитационное моделирование – метод построения моделей для испытаний и экспериментов без непосредственного воздействия на исследуемую систему [1].

Использование имитационному моделированию удобно в случаях, когда:

- проведения эксперимента на реальном объекте экономически нецелесообразно;
- невозможно построить аналитическую модель, так как в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, - случайные переменные;
- необходимо наглядно отобразить поведение системы в реальном времени.

К примеру, для проектирования станции необходимо провести математические расчеты и потом проанализировать полученные результаты, однако имитационное моделирование позволяет визуализировать процесс, то есть предоставляет возможность наглядно увидеть технологию работы станция, изменить входные параметры и учесть различные непредвиденные ситуации, которые проблематично поддаются математически расчетам.

В настоящее время популярной системой для имитационного моделирования железнодорожного транспорта является Anylogic, позволяющая максимально приближенно к реальности отразить железнодорожные процессы с помощью программы за небольшой промежуток времени [2]. Как и у любой программы у нее есть свои преимущества и недостатки.

К ее достоинствам можно отнести:

- гибкость в реализации моделируемых процессов;
- понятную и объемную документацию;
- легкость в визуализации процессов;
- надежность;
- наличие мощной системы 2D и 3D анимации.

Стоит выделить, что на базе данной системы многие модели были реализованы в жизни [2].

Недостатками данной системы являются:

- низкий порог производительности, так как при большом количестве объектов система начинает работать медленнее;

¹ Тороповский Никита Сергеевич – студент группы ЭЖД-91, факультет ЭЖД

² Аляева Ангелина Сергеевна – студент группы ЭЖД-83, факультет ЭЖД

³ Суванкулова Анна Дмитриевна – студент группы ЭЖД-91, факультет ЭЖД

⁴ Москвичев Олек Валерьевич – д.т.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»

– необходимость в знании языка программирования Java и навыков программирования.

Исходя из сказанного, предлагаем решение, заключающееся в создании новой системы построения моделей, которая будет учитывать плюсы Anylogic и исключать минусы.

Первое, на что мы будем ориентироваться при создании – это производительность, так как при создании модели, верно отражающей реальные процессы, придется создать большое количество объектов, что замедляет работу программы.

На данный момент нами уже проведена работа над этим недостатком - при одном и том же количестве объектов, наша система выдает средний fps 200, в то время как подобная модель в Anylogic -40 fps. Сравнение производительности систем приведены на рисунке.

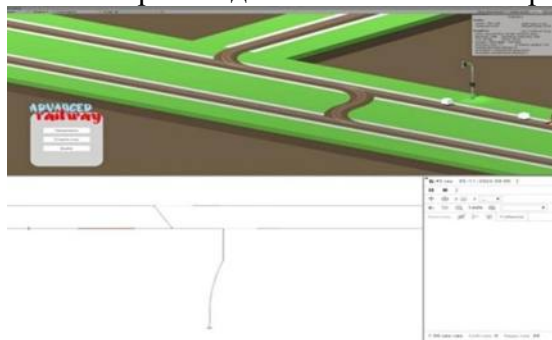


Рис. Сравнение производительности систем

В чем заключается столь сильное различие?

Дело в том, что программа Anylogic воспроизводит все в браузере, который плохо использует ресурсы видекарты, то есть процессору нужно делать расчеты и работать с рисовкой графики. В то время наша система всю графическую часть отдает видекарте, а все расчеты процессору, из-за чего ресурсы распределяются более рационально.

Далее, для удобства моделирования мы предлагаем использовать систему построения на идее zerocode. Она заключается в возможности собирать свой проект, как конструктор, из-за чего знания языков программирования не будет являться основным аспектом.

В настоящий момент наша система находится в состоянии разработки этой идеи.

Для демонстрации системы нами была создана мини игра для составителей поездов, задачей которой является сбор поезда из синих контейнеров за минимальный промежуток времени. Для этого, в ходе создания игры мы спроектировали тестовый полигон, на котором расположены вагоны, 2 стрелки и 1 светофор. Наша система является достаточно гибкой, чтобы управлять ее элементами разными способами, как с помощью мыши, так и различных контроллеров.

Недочет программы заключается в необходимости тестирования её в реальных условиях, то есть на базе данной системы ещё не было создано действующих моделей.

В настоящее время следующей целью создания программы является перенос всех железнодорожных элементов в программу, работа над техническими частями, такими как - ускорение и замедление модельного времени, и перевод условных единиц в систему СИ.

Таким образом, созданная нами система имитационного моделирования обладает крайне низким порогом вхождения для новых пользователей, позволяя проводить имитационные экспертизы реальных объектов без трудоемкого процесса программирования моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 496 с.
- 2 Ефромеева Е. В. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic: учебное пособие. Саратов : Вузовское образование, 2020. 120 с.
- 3 Д. Бонд Unity и C#. Геймдев от идеи до реализации. Питер, 2019. 928 с.
- 4 Куприяшкин А. Г. Основы моделирования систем: учеб. пособие. Норильск: НИИ, 2015. 135 с.
- 5 Low Code и Zerocode: что это такое и зачем они нужны. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sostav.ru/blogs/254470/33143/>

ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ СТАНЦИЯМ

М. В. Филиппов¹, С. Н. Халаева²

Введение. Можно ли сегодня назвать привокзальные площади и прилегающие к ним территории большинства наших городов комфортным общественным пространством? Думаю, нет, сейчас их состояние оставляет желать лучшего. Необходимо разрабатывать новые планировочные решения и создавать комфортную среду. Интересные архитектурные и дизайнерские разработки положительно влияют на восприятие человеком окружающего пространства, помогают ему чувствовать себя безопасно и уютно.

В настоящее время города активно строятся и развиваются. Современный город открывает человеку новые возможности, поэтому становится важным преобразование городского пространства. Место, где происходит встреча человека и города, – это железнодорожные вокзалы и прилегающие к ним территории. Их смело можно отнести к ключевым объектам городской инфраструктуры.

Основная часть. Во многих российских городах привокзальную территорию сложно назвать комфортным и привлекательным общественным пространством. Остановки наземного транспорта расположены далеко от вокзала, до них нет удобного пешеходного маршрута. Существующие привокзальные площади представляют собой большую асфальтированную территорию, которая используется для парковки автомобилей. Пространство не разделено на транзитные пути и зоны отдыха. Тусклое освещение, отсутствие ливневой канализации, элементарная нехватка лавочек и урн – все это не способствует благоприятному восприятию города человеком. Поэтому очень важно работать над преобразованием прилегающих к железной дороге городских районов [1: 450].

Согласно пункту 2 статьи 15 и статье 90 Земельного кодекса Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ – земли железнодорожного транспорта могут находиться в собственности: государства, субъекта РФ, муниципалитета, в частной собственности физических и юридических лиц. Согласно абзацу 3 пункта 3 статьи 4 Федерального закона от 27 февраля 2003 г. № 29-ФЗ «Об особенностях управления и распоряжения имуществом железнодорожного транспорта»: «Земельные участки, на которых размещены железнодорожные станции и железнодорожные вокзалы, являются федеральной собственностью. Внесение указанных земельных участков в уставный капитал единого хозяйствующего субъекта не допускается».

Поэтому всегда возникает вопрос: «Кому принадлежит земля, и кто отвечает за ее состояние?». Отсюда и решение задач по благоустройству прилегающих к железной дороге территорий возможно различными способами.

1 способ – совместные действия ОАО «РЖД» и органов муниципального управления. Приведу один из примеров: Руководство филиала ОАО «РЖД» Куйбышевской железной дороги обратилось в Администрацию муниципального района Белорецкий Республики Башкортостан с просьбой рассмотреть возможность совместного проведения работ по благоустройству территорий, прилегающих к железнодорожным вокзалам на станциях ст. Инзер и ст. Айгир. Деревня Айгир – знаковое место для туристов со всей страны и место концентрации пассажиропотока.

В целях повышения уровня комфорта жителей и гостей Республики Башкортостан в октябре 2021 г. был подписан План мероприятий по благоустройству территории прилегающей к ст. Инзер и ст. Айгир с указанием ответственных лиц.

Администрация МР Белорецкий район Республики Башкортостан должна:

- организовать благоустройство привокзальной площади на ст. Инзер, с. Инзер Белорецкого района Республики Башкортостан;
- совместно с операторами сотовой связи организовать установку ретрансляторов мобильной связи вблизи ст. Айгир;

¹ Филиппов Михаил Вячеславович – студент группы ЭЖД-01, факультет ЭЖД

² Халаева Светлана Николаевна – старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой»

- выполнить устройство пешеходных дорожек к железнодорожной платформе ст. Айгир;
- после получения технических условий организовать работу по бурению водозаборной скважины для водоснабжения вокзала ст. Айгир и обеспечения туристов питьевой водой, устройство водоотведения.

Совместными усилиями ОАО «РЖД» и органов муниципального управления планируется:

- проработать вопрос по выделению площади в здании вокзала ст. Айгир для организации торговой деятельности;
- проработать вопрос вывоза ТКО со ст. Айгир.

ОАО «РЖД» необходимо:

- обустроить пешеходный переход 3 категории через железнодорожные пути в створе железнодорожного вокзала ст. Айгир, расширить пешеходный мостик через водоотводную канаву;
- передать Администрации муниципального района Белорецкий район Республики Башкортостан в субаренду земельный участок привокзальной площади ст. Айгир и ст. Инзер в целях дальнейшего благоустройства;
- для удобства посадки и высадки пассажиров рассмотреть вопрос по организации дополнительного прохода на платформу вокзала ст. Айгир;
- завершить капитальный ремонт вокзала ст. Айгир (согласно плану мероприятий по благоустройству прилегающей территории ст. Инзер и ст. Айгир 27.10.2021 г.).

Все намеченные мероприятия планируется завершить поэтапно до 01.06.2023 г.

2 способ – передача земли в субаренду Администрации муниципалитета (по его инициативе), для самостоятельного решения вопросов благоустройства.

Пример. В целях выполнения работ по благоустройству привокзальной территории в городском округе г. Кумертау Республики Башкортостан и дальнейшего взаимодействия Куйбышевской железной дороги и Администрации городского округа было направлено обращения от главы Администрации ГО г. Кумертау в филиал ОАО «РЖД» о принадлежности территории под железнодорожным вокзалом. Земельный участок под зданием вокзала был признан собственностью Куйбышевской жд и передан Администрации городского округа г. Кумертау в субаренду для благоустройства привокзальной территории.

В дальнейшем была подготовлена и утверждена 25.01.2022 г. Дорожная карта благоустройства привокзальной территории. В соответствии с ней планируется:

- разработать технические задания на изготовление проектно-сметной документации по благоустройству территории;
- заключить муниципальные контракты на изготовление проектно-сметной документации по благоустройству территории;
- направить в Администрацию ГО г. Кумертау предложения о предоставлении денежных средств на реализацию мероприятий по благоустройству территории;
- определить сроки бюджетного финансирования по благоустройству территории.

Сроки завершения мероприятий в полном объеме на данный момент не определены (согласно дорожной карте благоустройства привокзальной территории в городском округе город Кумертау 11.06.2021 г.).

3 способ – убеждение администрации муниципалитета в необходимости проведения мероприятий по благоустройству своими силами.

Пример. В ходе выездного совещания представителей ОАО «РЖД» Куйбышевской железной дороги и представителей администрации городского округа г. Салават, проходившего 14 сентября 2021 г. на ст. Салават, обсуждался вопрос проведения благоустройства привокзальной территории.

В связи с постоянными засорами канализационного колодца, расположенного на участке автомобильной дороги в границах привокзальной площади, представители ОАО «РЖД» озвучили необходимость ремонта ливневой канализации, а в рамках подготовки к торжественному за-

пуску пригородного поезда «Орлан» по маршруту Уфа-Оренбург рассмотрели вопрос о возможности установки скамеек в сквере, расположенном на привокзальной территории.

В целях повышения комфорта жителей города руководство ОАО «РЖД» предложило провести работы по асфальтировке дороги, расположенной с правой и левой стороны от центрального входа в железнодорожный вокзал, мотивируя это тем, что в 2021 г. пассажиропоток на железнодорожном транспорте по Республике Башкортостан достиг рекордного уровня, и составил 1053, 1 млн пассажиров. Железнодорожный вокзал является входными воротами и визитной карточкой любого города, и просто необходимо найти возможность и провести работы по обустройству указанной территории (в соответствии с протоколом совещания по вопросу проведения благоустройства привокзальной территории на ст. Салават» 14.09.2021 г.). Вопрос на данный момент не решен и находится в стадии обсуждения.

Во всех приведенных примерах рассматриваются самые простые мероприятия по благоустройству, необходимые для функционирования привокзальной территории. Но очень хочется, чтобы нам жилось не просто нормально, а комфортно. Поэтому, нужно дать людям возможность на протяжении поездки пользоваться несколькими видами транспорта. Важно, чтобы каждому виду транспорта было отведено определенное пространство, а взаимодействие между видами транспорта стало продуманным и удобным для человека [5: 84].

Для автомобилей стоит создавать одноуровневые или многоуровневые (в том числе подземные) парковки, с возможностью удобной пересадки между автомобилем и общественным транспортом. В этом случае человек может оставить автомобиль и продолжить поездку на общественном транспорте. В настоящее время активно развивается велосипедный транспорт, и важно продумать качественную инфраструктуру. Должны появляться велосипедные дорожки и велопарковки. Около железнодорожного вокзала можно разместить специальную велопарковку для длительного хранения велосипедов [5: 182]. Особое внимание нужно уделять архитектурному облику и дизайну. Остановки наземного транспорта должны иметь эстетичный вид и соответствовать представлениям о комфорте, то есть защищать от дождя и ветра, иметь удобные лавочки. На привокзальной территории необходимо высаживать разные виды деревьев и растений. Все это способствует повышению комфорта человека.

Железнодорожными вокзалами пользуется большое количество людей, поэтому необходимо предусмотреть размещение современных навигационных элементов. К ним относятся информационные табло, отображающие данные о времени прибытия и отправления различных видов транспорта, стенды с картами города и информацией о различных объектах. Для разделения или направления потоков людей можно применять малые архитектурные формы и различные элементы: клумбы, лавочки, навигационные стелы, павильоны и инсталляции. Для зонирования пространства возможно использование разнообразных типов и цветовых решений мощения поверхностей [2: 195].

Заключение. В Российской Федерации уже существует положительный опыт преобразования привокзальных площадей. Например, в Москве в 2017 году проведена реконструкция площади Тверская Застава. Заново создано общественное пространство со сквером, сформированы пешеходные и транспортные связи, организована плоскостная парковка. Остановки трамвая и автобусов стали ближе к вокзалу и станциям метро, что повысило транспортную доступность района и дало возможность пересадки между различными видами транспорта. Опыт Москвы говорит о том, изменения такого плана положительно влияют на качество городской среды. Интересные архитектурные и дизайнерские решения оказывают благоприятное воздействие на восприятие человеком окружающего пространства, помогают ему чувствовать себя безопасно, комфортно и уютно. Поэтому в дальнейшем, при благоустройстве привокзальных площадей и прилегающих районов, стоит учитывать данные подходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коровин А. С. Особенности формирования городской среды на территориях, прилегающих к железнодорожным станциям // Практика. 2020. № 11 (12). С. 449-452.
- 2 Вучик В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. Москва: Территория будущего, 2019. 574 с.

ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ В ВАГОНАХ

Л. Р. Богданов¹, В. В. Денисов²

Введение. Мягкие контейнеры с размерами 950×950×1200 и 950×950×1300 используются для перемещения, хранения и транспортировки: отходов, брака и лома полимерной продукции, топливной гранулы, строительного мусора; полимерной гранулы и дробленки, щебня, мраморной крошки, противогололедных материалов, содопродуктов, боропродуктов, хромовых соединений и т.д.

Основная часть. Плотность мягких контейнеров данной категории – 160 гр./м², грузоподъемности – до 1,5 тонн. Преимущества использования мягких контейнеров в качестве тары заключается в следующем – доступность и дешевизна, возможность хранения грузов на открытых площадках, возможность многоразового использования, возможность применения для хранения и перевозки широкого диапазона сыпучих материалов, включая пищевые продукты, минимизация потерь продукта на всех этапах обращения [1]. Оболочка контейнера изготовлена из полипропиленовой УФ-стабилизированной ткани, объем загрузки от 500 до 2240 л., стропы контейнера собраны манжетами из цветной полипропиленовой ламинированной ткани, возможность нанесения четырехцветной печати, комплектация контейнеров полиэтиленовыми вкладышами (в том числе теплостойкими и антистатическими) и защитными полиэтиленовыми чехлами, контейнеры сертифицированы Госстандартом и Минтрансом РФ, соответствуют Международному стандарту ISO 21898-2004 и Требованиям ООН к перевозке опасных грузов.

Предъявляемый к перевозке груз должен быть подготовлен таким образом, чтобы в процессе перевозки были обеспечены безопасность движения поездов, сохранность груза, вагонов и контейнеров. Основным требованием, предъявляемым к размещению грузов на подвижном составе, является полное использование грузоподъемности или вместимости вагона [2]. Однако используемые в настоящее время схемы размещения мягких контейнеров в полувагонах не позволяют полностью использовать их грузоподъемность [3].

Существующая схема размещения мягких контейнеров рис. 1 предполагают загрузку 72 контейнеров объемом 1 м³, что не позволит при средней грузоподъемности полувагонов в 71 тонну [4] эффективно перевозить грузы объемной массой менее 1 т/м³.

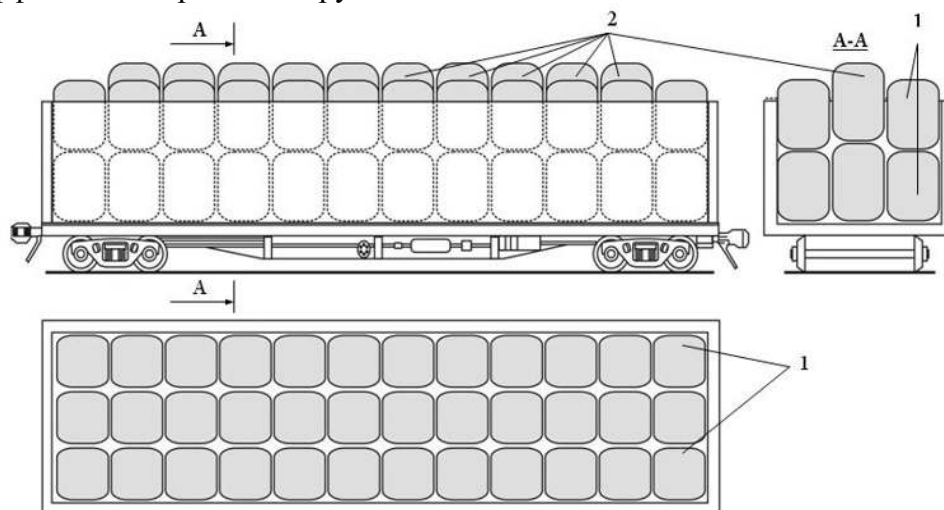


Рис 1. Существующая схема размещения мягких контейнеров типа мкр-1,0 м
в полувагоне с высотой заполнения 1300 и 1500 мм

Условные обозначения: 1 – мягкий контейнер типа МКР-1,0 м с высотой заполнения 1300 мм;
2 – мягкий контейнер типа мкр-1,0 м с высотой заполнения 1500 мм.

¹ Богданов Линар Ринатович – студент группы ЭЖД-72, факультета ЭЖД

² Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Повысить эффективность использования вагонов по грузоподъемности и вместимости позволяет прогрессивная схема размещения и крепления контейнеров которая предусматривает: – контейнеры высотой размещают в полувагоне в количестве 90 шт. в три яруса в нижнем и среднем ярусах размещают в три ряда по ширине и 12 контейнеров по длине полувагона, при этом оба яруса должны быть заполнены полностью.

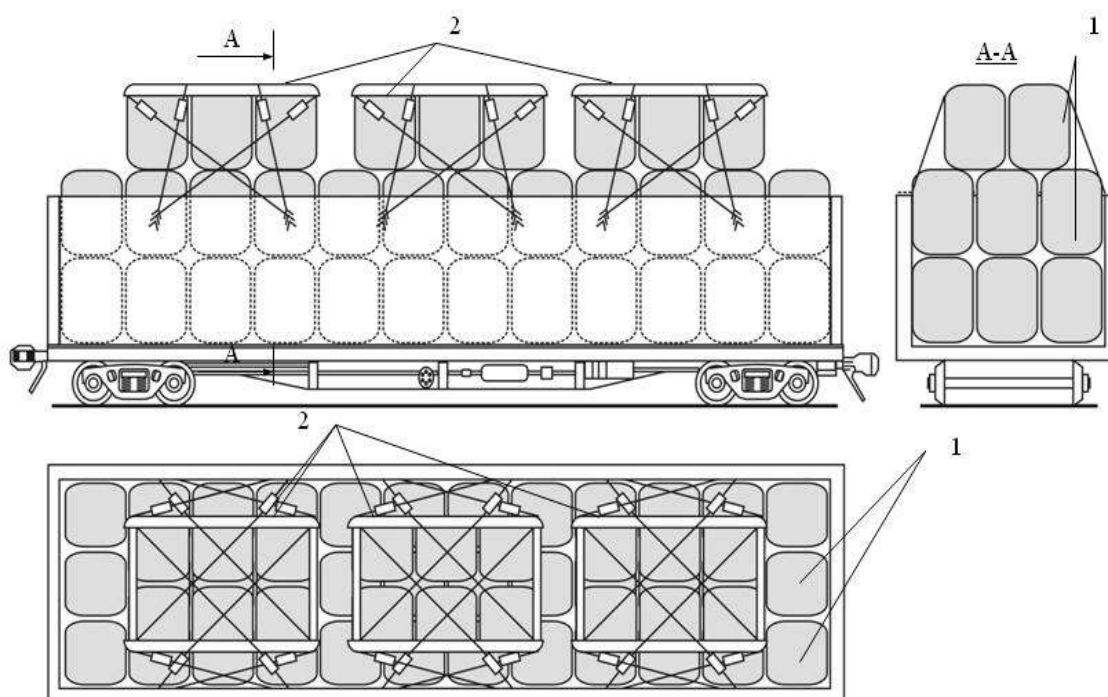


Рис. 2. Предлагаемая схема размещения в четырехосном полувагоне мягких контейнеров типа МКР-1,0 М с высотой заполнения 1200 мм и крепления в суженной части зонального габарита
Условные обозначения: 1 – мягкий контейнер типа МКР-1,0 М с высотой заполнения 1200 мм;
2 – устройство для крепления мягких контейнеров

Выводы. Контейнеры в верхнем ярусе размещают в полувагоне в суженной части габарита погрузки тремя группами по 6 шт. в группе в два ряда по ширине и 3 контейнера по длине симметрично продольной и поперечной осей полувагона и двум парам увязочных скоб, размещенных одна против другой на его бортах.

Контейнеры, размещенные группами в верхнем ярусе, крепят инвентарными устройствами к увязочным скобам кузова полувагона посредством V-образных растяжек. Последние в увязочные скобы кузова полувагона пропускают до размещения контейнеров среднего яруса, контейнеры размещают в полувагоне в количестве 90 шт. Таким образом, общая масса загруженного груза близка к грузоподъемности, что повышает эффективность использования вагонов и сокращает потребность в них [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Разработка схемы транспортно-технологических операций с сыпучими грузами в мягких контейнерах / В. В. Денисов [и др.]. // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3 (81). С 75-80.
- 2 Рычков В.А. Технология и средства механизации погрузо-разгрузочных работ в складах минеральных удобрений АПК: дис... д-ра техн. наук. Рязань, 2001. 423 с.
- 3 Альбом. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. М.: Транспорт, 1989. 175 с.
- 4 Зуев Ф. Г., Левачев Н. А., Лотков Н. А. Механизация погрузо-разгрузочных, транспортных и складских работ. М. : Агропромиздат. 1988. 447 с.
- 5 Клименко Е. Н. Обеспечение грузовых перевозок на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. М. : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. 125 с.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

А. И. Борисенко¹, Ю. П. Пацев²

Введение. Контейнерные перевозки на данный момент являются одним из самых инновационных и пользующиеся спросом направлений развития грузовых перевозок. На современном рынке транспортных услуг люди уже сами диктуют растущие требования к услугам, которые им предоставляются. Поэтому без политики, ориентированной на клиента, использования современных методов управления транспортным процессом и использования передовых технологий сегодня невозможно эффективно выстраивать работу. В настоящее время развитие контейнерных перевозок может дать толчок для расширения не только клиентской базы, но и возможностей для дальнейшего развития.

Основная часть. Контейнерные перевозки на сегодняшний день становятся неким «мостом» между железнодорожным и автомобильным транспортом. Мировая практика свидетельствует о том, что обеспечение эффективной работы контейнеров - сложная задача, которая зависит от многих факторов внешней инфраструктуры, экономического, нормативного и экологического характера.

Первые попытки запуска контейнерных перевозок в России были предприняты в 1990 годы. В планах было установлено два направления – от Хельсинки до Москвы и от Москвы до Новороссийска. На заводе Абаканска изготовили около 100 платформ для контейнеров, но в процессе эксплуатации было выявлено несовершенство конструкций и неправильное крепление, что вызвало повреждение прицепа.

Второй этап имел уже более широкий характер действия: в 2008 году планировалось построить терминал в Мамоново Калининградской области, а в 2009 году открыть полноценное контейнерное сообщение между ним и немецким городом Злотау. Однако оказалось, что добиться этого будет сложно без доработки таможенного законодательства и появления специального железнодорожного тарифа на этот вид транспорт.

11 ноября 2010 г. на заседании Научно-технического совета ОАО «РЖД» «О развитии контейнерных перевозок» Комитет Государственной Думы по транспорту с помощью анализа многих факторов: географических, технических и экономических установил, что Россия только начала своё развитие в данном направлении. Именно с 2010 года «РЖД» активно пытается сделать контейнерные перевозки востребованными в нашей стране.

ОАО «ФГК» стала первой компанией, которая в 2013 году инвестировала в создание инновационного железнодорожного запаса для этого вида транспорта. Дизайнеры компании «RM-RailEngineering» создали платформу, предназначенную для перевозки автомобильных прицепов, полуприцепов и крупногабаритных автомобилей.

Непосредственно в 2013 году были введены правила для погрузки и крепления автомобильных поездов, вагонов, полуприцепов и прицепов, тягачей на специальных платформах модели 13-9961, а также регламент для перевозки интермодальных транспортных единиц совместно с железной дорогой Финляндии. После этого было получено свидетельство о пригодности для контейнерных перевозок вагон-платформы 13-9961. А в 2020 году утвердили «Правила перевозок железнодорожным транспортом автопоездов, автоприцепов, полуприцепов, съёмных автомобильных кузовов в порожнем или груженом состоянии в грузовых вагонах». Это значительно приблизило Россию к более широкому использованию контейнерных перевозок.

Необходимо отметить, что в результате всех проведенных работ была осуществлена перевозка грузовика из Новосибирской области Западно-Сибирской железной дороги в Подмоскowie, которая состоялась в 2018 году. Эта поездка дала понять, что на прохождение этого маршрута ушло 3,5 дня, тогда как при обычном способе по этому же маршруту понадобится до пяти дней. Данный вид перевозки также показал, что возможно снизить стоимость перевозки на 5 %.

¹Борисенко Алиса Игоревна – студент группы ЭЖД-01, факультет Эксплуатация железных дорог

²Пацев Юрий Павлович – старший преподаватель кафедры «ТГКРСУ»

В феврале 2020 года на станции Силикатная Московской железной дороги также установили рекорд: операция погрузки полуприцепа в корзину на платформе вагона заняла всего 20 минут. Это очень обнадеживающий результат. Уже дальше этот полуприцеп отправился в Новосибирск.

Ситуация с пандемией также существенно повлияла на развитие этого вида транспорта и показала его преимущества. Например, отсутствуют задержки при прохождении пограничного контроля, в том числе из-за введения дополнительных мер контроля. 20 сентября 2021 года стартовала первая контрейлерная перевозка груженого прицепа из Германии в Россию – паромом из немецкого порта Росток в латвийский порт Лиепая. Следующим этапом была перегрузка на Лиепайском вокзале на контрейлерную платформу, которая затем шла в составе контейнерного поезда через железнодорожный пункт пропуска Себеж до железнодорожной станции ВайсеРаст. Прицеп был загружен на платформу в Латвии, а затем отправлен в Москву. Все эти действия заняли около четырёх дней.

Заключение. Таким образом, Россия делает небольшие шаги в освоении относительно нового для страны вида транспорта – контрейлерных перевозок. На данный момент потенциал перевозок контрейлеров в России напрямую зависит от интереса государства и РЖД к развитию данного направления. В полной мере эту технологию будут использовать только тогда, когда будет продумана и создана единая система тарифов и сроков доставки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 РЖД запускают контрейлерные перевозки на регулярной основе. URL: https://tass.ru/ekonomika/5950572?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com
- 2 Организация региональной сети контрейлерных терминалов [Электронный ресурс]. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2015-abstract-cand-kuzmin.pdf> (11.03.22)
- 3 Концепция организации контрейлерных перевозок на «Пространстве 1520». [Электронный ресурс]. URL: <https://inlnk.ru/VoV4eV>
- 4 Технико-технологические параметры железнодорожных станций, обслуживающих контрейлерный терминал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dslib.net/upravlenie-perevozki/tehniko-tehnologicheskie-parametry-zheleznodorozhnyh-stancij-obsluzhivajuwih.html>
- 5 DB Schenker продолжает обрабатывать международные контрейлерные маршруты [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dbschenker.com/ru-ru/about/press/corporate-news/db-schenker-продолжает-обрабатывать-международные-контрейлерные-маршруты-736098>
- 6 Транспортно-логистическое направление [Электронный ресурс]. URL: https://ar2018.rzd.ru/pdf/ar/ru/performance-overview_transportation-logistics.pdf

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ УВЕЛИЧЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Ю. Д. Верстина¹, М. В. Прусов²

Введение. Погрузо-разгрузочные работы являются одним из важнейших элементов в транспортном процессе. Такие работы являются одними из самых трудоемких и составляют около 30 % от общих затрат общественно-полезного труда по доставке грузов. Несмотря на значительные достижения научно-технического прогресса, многие отрасли промышленности все еще прибегают к физическому труду, который подразумевает под собой поднятие и перемещение тяжестей. Люди, которые регулярно выполняют данную работу, наиболее подвержены таким профессиональным заболеваниям, как нарушения опорно-двигательного аппарата.

Основная часть. Одним из способов снижения травматизма среди рабочих являются полностью автоматизированные логистические процессы. Однако с экономической и технической точки зрения это не всегда возможно. Именно для таких случаев крайне необходим промыш-

¹Верстина Юлия Дмитриевна – студент группы ТТПб-81, факультет ЭЖД

²Прусов Максим Владимирович – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

ленный экзоскелет, поскольку он в состоянии существенно улучшить условия труда на складах.

Экзоскелет представляет собой конструкцию, которую надевают рабочие. Он полностью перенимает биомеханику человека и принимает существенную часть нагрузки. В таком экзоскелете можно легко удерживать, поднимать или передвигать любые тяжести. Использование экзоскелета позволит сократить время ремонта и ремонтно-восстановительных работ на железнодорожном транспорте, сократить количество обслуживаемого персонала, облегчить ручной труд и продлить трудовое долголетие квалифицированных работников. Он снижает нагрузку на мышцы спины и на позвоночник (в среднем, на 37–40 %).

Экзоскелеты классифицируются по следующим признакам:

По принципу работы приводов: активные; пассивные.

По точке локализации: для верхних конечностей; для нижних конечностей.

По области эксплуатации: военные; медицинские; промышленные; космические.

По весу:

–легкие – до 5 кг;

–средние – 5–30 кг;

–тяжелые – 30+ кг.

По функционалу: простого назначения; двойного назначения; с расширенным функционалом.

По мобильности рабочего: мобильные; фиксированные.

В последнее время пассивный экзоскелет все больше внедряется в промышленные предприятия, поскольку существует множество задач, где человек выполняет монотонные действия. Именно для их облегчения и создан пассивный экзоскелет. С его помощью вес груза равномерно распределяется, а сама конструкция выполнена из упругих элементов, которые не вызывают какого-либо дискомфорта. Также экзоскелеты оборудуются специализированными датчиками, с помощью которых контролируется как эффективность данной конструкции, так и продуктивность рабочих.

Грузовой двор станции Ростов-Западный приобрел пассивные экзоскелеты на сумму около 300 тыс. рублей. Основной причиной для их покупки являлось увеличение объемов грузов, которые, в основном, для переработки, и требуют физического труда. Пассивный экзоскелет можно эксплуатировать при любых видах погрузочных работ, поскольку работник привыкает к данной конструкции уже через несколько дней эксплуатации. К примеру, на Северо-Кавказской магистрали уже длительное время используются пассивные экзоскелеты, окупаемость которых составляет всего лишь два месяца.

Заключение. Рынок экзоскелетов, на наш взгляд, будет активно развиваться и расширяться. Актуальность на сегодняшний день проявляется в промышленности, так как экзоскелет необходим не сколько для увеличения физических возможностей человека, сколько как средство для снижения производственного травматизма.

Таким образом, пассивный экзоскелет способен компенсировать около половины веса поднимаемых грузов, а также в значительной мере снизить травматизм среди рабочих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 URL: <https://gudok.ru/content/infrastructure/1565162/>
- 2 URL: <https://gudok.ru/content/freighttrans/1584303/>
- 3 URL: <https://rzdtv.ru/2021/11/16/jekzoskelet/>
- 4 URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/ekzoskelety-pomogut-snizit-zatraty-na-logistiku/>
- 5 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32581322>
- 6 Яцун С. Ф., Савин С. И., Емельянова О. В., Яцун А. С., Турлапов Р. Н. Экзоскелеты, Анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования: монография. 2015. С. 12–18.

СОГЛАСОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ СМАРТ-КОНТРАКТОВ

Д. А. Денисов¹, Ю. П. Пацев²

Введение. Процесс организации доставки грузов сопряжен с большим количеством дополнительных операций связанных с оформлением договоров взаимодействующих сторон. А процесс взаимодействия в организации комбинированных перевозок несет за собой еще большие сложности, так как в данном процессе задействовано несколько участников. Зачастую, происходит несоблюдение договорных обязательств и как следствие увеличение доли неудовлетворенных клиентов и их потеря.

Клиентоориентированность – важное направление развития любой компании, в том числе и ОАО «РЖД». В этом случае транспортная компания переходит от учета своих затрат к учету ценности, которую получает заказчик. В России клиентоориентированность понимают иначе, чем за рубежом. В нашей стране бизнес в значительной степени ориентирован на продукт, и иногда единственной формой маркетинга являются скидки [1]. Бурно развивающиеся технологии позволяют оптимизировать многие процессы организации доставки груза нацеленные на развитие клиентоориентированных принципов.

Одной из таких технологий является технология блокчейн. Это достаточно молодое и амбициозное направление, меняющее координально качество взаимодействия участников перевозочного процесса. Технология блокчейн представляет собой последовательную и непрерывную цепочку компонентов, содержащих определенную информацию, выстроенную строго по определенным критериям. Это могут быть переводы денежных средств, сделки, другие операции. По сути, это технология с распределенными базами данных. Отличительной особенностью является то, что информация находится не на одном сервере, а распределена по нескольким узлам, при этом каждый узел может самостоятельно проверять достоверность информации находящейся в других компонентах цепи, а также контролировать, насколько данная информация корректно совпадает с той информацией, которая размещена в других узлах, другими словами, информация храниться децентрализованно. Так же автоматически происходит принятие решения о добавлении какой либо новой информации посредствам согласованности в сети. Такая система является отказоустойчивой. Технология блокчейн наиболее актуальна для сфер деятельности, в которых вовлечены множество сторон и правила транзакций не должны меняться. Цепочка поставок включает в себя множество звеньев, начиная от производителя, заканчивая потребителем. Связующим этих звеньев является транспорт. Такое взаимодействие требует наличие общих баз данных с объективной необходимостью в неизменности информации на всем процессе взаимодействия, когда вовлеченные участники процесса имеют разные интересы или просто не доверяют друг другу.

Процесс с участием нескольких видов транспорта, например организация контрейлерной перевозки, является наиболее подходящим к адаптации его к технологии блокчейн. Для каждого участника перевозки продукции от производителей до потребителей, важно понимать на каком этапе находится та или иная партия груза. Для взаимодействующих видов транспорта, такая информация является наиболее актуальной, так как она определяет принципы взаимодействия.

Нужно понимать, что все эти процессы, сопровождаются дополнительными операциями связанными с деятельностью финансовых организаций, экспедиторов, таможни и т.д. На протяжении всего процесса от зарождения продукта до доставки его до потребителя, все эти организации вынуждены обмениваться информацией и документами. Зачастую бывают обстоятельства, в которых информация может исказиться или не поступать вовсе по назначению, тогда могут происходить задержки в процессе и как следствие потери и убытки.

Благодаря технологии блокчейн появляется возможность создания так называемого «ум-

¹ Денисов Данила Алексеевич – студент группы ЭЖД-01, факультет Эксплуатация железных дорог

² Пацев Юрий Павлович – старший преподаватель кафедры «ТГКРСУ»

ного» контракта (смарт-контракта) – это инструмент договорного обеспечения транспортно-логистической деятельности в условиях цифрового права и технологический инструмент для самостоятельного исполнения договоров. Другими словами, обычный контракт или договор с определенными условиями переводится в компьютерный код и используется для ввода всех условий договора, заключенного между сторонами сделки, в блокчейн. В реальном мире он исполняется и по результатам выполнения определенных этапов информация передается в сеть и моментально оказывается у каждой заинтересованной стороны. Обязательства участников предоставляются в интеллектуальном контракте в форме «если – то» (например: «если Сторона А переводит деньги, тогда Сторона В, оказывает транспортную услугу»). Могут быть два или более участников, и они могут быть отдельными лицами или организациями. Как только данные условия будут выполнены, смарт-контракт самостоятельно выполняет транзакцию и гарантирует, что соглашение будет соблюдаться.

Реализация проекта упростит существующие бизнес-процессы в организации грузоперевозок, обеспечит всех участников смарт-контракта достоверной и своевременной информацией о его исполнении. Создание и внедрение данной технологии исключит все бумажные документы, а также изначально оговоренные условия не будут требовать дубликатов. За счёт сокращения потерь, связанных с обработкой первичной и другой документации, произойдет оптимизация операционной деятельности. В целом появится возможность создания эффективной системы взаимного обмена активами, моментального исполнения взаимных обязательств сторон, предусмотренных законодательством РФ, а также реализует систему фиксирования и исполнения предварительных условий, связанных с перевозкой грузов, согласовываемых на этапе заключения смарт-контрактов, для исключения споров при возникновении тех или иных событий.

Применение смарт-контракта обеспечивает возможность электронного документооборота перевозочных документов, а так же проведение расчетов между заказчиком и исполнителем перевозки по факту ее исполнения в строгом соответствии с условиями указанными в договоре.

В ближайшей перспективе развития блокчейн технологий в логистике, и в частности, в организации контейнерных перевозок как разновидности смешенного сообщения позволит организовывать проведение аукционов среди поставщиков товаров и услуг, чтобы обеспечить независимое определение победителя и зафиксировать результаты торгов, минуя посредников. В процессе организации доставки груза в автомобильно-железнодорожном сообщении передавать данные этапов доставки заинтересованным сторонам, а так же применять контроль и управление документооборотом перевозочных документов. По результатам выполнения условий договора перевозки, автоматизировать расчеты между всеми участниками перевозочного процесса.

Заключение. Благодаря применению технологии интернета вещей появится возможность обеспечить контроль и управление объектами доставки с использованием датчиков, электронных пломб, систем отслеживания. Это, в свою очередь, даст возможность контролировать весь процесс перевозок, при этом каждый участник сможет проверить, где и в какой момент времени находился груз и что с ним происходило.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Блокчейн умных перевозок. [Электронный ресурс]. Дата обращения 5.03.22 г. <https://gudok.ru/zdr/169/?ID=1484923>
- 2 Примеры технологии блокчейн в логистике и ее внедрение. [Электронный ресурс]. Дата обращения 5.03.22 г. <https://merehead.com/ru/blog/top-benefits-blockchain-logistics-use-cases/>
- 3 Автономность и безопасность. Как работают смарт-контракты [Электронный ресурс]. Дата обращения 6.03.22 г. <https://www.rbc.ru/crypto/news/600bd6409a79473b23a6d3c4>
- 4 Топ 5 блокчейн проектов в сфере логистики. [Электронный ресурс]. Дата обращения 6.03.22 г. <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics#rec66472506>
- 5 Смарт-контракт – новый подход к работе с клиентами и партнерами [Электронный ресурс]. Дата обращения 7.03.22 г. <https://gudok.ru/vestnik-cfto/?ID=1502326&archive=2020.03.12>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЧЕСКОГО ОСМОТРА ПОЕЗДОВ И ВАГОНОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Б. Р. Джамангазов¹, В. В. Денисов²

Введение. Ведущие мировые компании в различных отраслях промышленности и на транспорте предпочитают применять беспилотные летательные аппараты для ретения технологических задач.

На железнодорожном транспорте автономные летательные аппараты без экипажа на борту могут выполнять коммерческий осмотр подвижного состава с целью повышения безопасности перевозок путем исключения пропуска вагонов с расстройством средств крепления грузов, обнаружения повреждений вагонов и грузов. Тепловизионный контроль поездов и вагонов, а также территории станции позволит выявить посторонних лиц незаконно там находящихся [1, 2].

Основная часть. На железнодорожном транспорте существенно ускорить выполнение технологических процессов позволяют автономные летательные аппараты без экипажа на борту, к сферам их применения относится [3]:

- получение изображения объектов и территорий с высоким разрешением;
- дистанционное обследование линий железнодорожного транспорта;
- тепловизионное наблюдение за транспортными объектами и территориями;
- стереоскопическое изображение транспортных объектов и территорий.

Беспилотный летательный аппарат может быть оснащен гиросtabilизированной камерой высокого разрешения.

Для получения качественных фото и видео изображений при ярком встречном освещении используют фильтр оптический который идет в комплекте вместе с камерой. Камера высокого разрешения оснащается съемной картой памяти и удобным кейсом для переноски.

По ветроустойчивости квадрокоптеру не страшны сильные порывы ветра, он устойчив в воздушном пространстве и фиксирует стабильную видекартинку. Стабилизатор камеры компенсирует дрожание и наклон камеры при резкой смене направления и высоты полета их манёврах, видео получается горизонтальным и стабильным.

Квадрокоптер обладает следующим функционалом: в режиме реального времени в цифровом формате передается видео, режим 360 градусов – получение изображения объекта со всех сторон, режим визуального наблюдения за объектом, режим контроля за GPS координатами смартфона/планшета, полёты по маршруту с определенной скоростью и высотой по заданным точкам на карте, быстрый возврат к указанной точке.

Полётное задание выполняется без вмешательства в управление благодаря функции автотопилот, а управление реализовано в мобильном устройстве, камера может работать в различных режимах, управляющее приложение на русском языке.

Автоматический возврат на точку взлета позволяет вернуть квадрокоптер к точке запуска и мягко его посадить, в случае обнаружения препятствий в пути он наберёт до несколько десятков метров высоты.

Взлёт и посадка в автоматическом режиме позволяет без вмешательства оператора беспилотного аппарата взлететь с набором необходимой, безопасной высоты, а также произвести мягкую посадку.

Вес беспилотного аппарата менее одного килограмма, внешний вид летательного аппарата представлен на рис. 1.

В исследовательском проекте предлагается использовать беспилотный летательный аппарат для выполнения осмотра поездов и вагонов в коммерческом отношении [4].

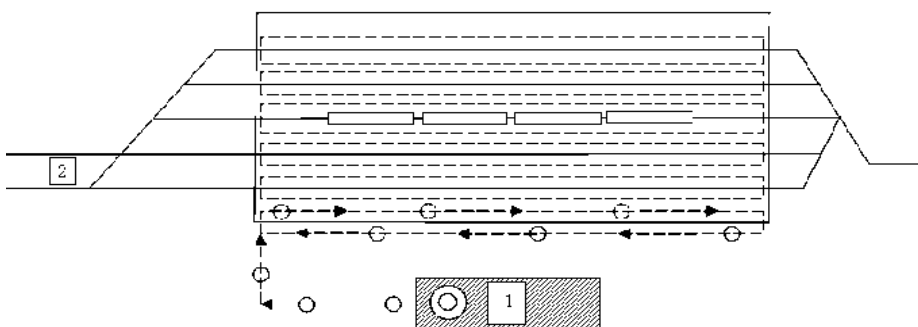
¹ Джамангазов Булат Ромазанович – студент группы ЭЖД-71, факультета ЭЖД

² Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»



Рис. 1. Квадрокоптер для коммерческого осмотра

Используя заранее определенные координаты полета, формируем его маршрут следующим образом – рис. 2.



Условные обозначения:

- точка взлета и посадки; ---- - маршрут полета квадрокоптера;
- 1- пункт коммерческого осмотра;
- 2- смотровая вышка.

Рис. 2. Маршрут облета подвижного состава квадрокоптером в целях коммерческого осмотра

Пункт коммерческого осмотра является начальной и конечной точкой полета, конфигурация маршрута зависит от местонахождения осматриваемого состава. Пролёт осуществляется с двух сторон подвижного состава, видеoinформация фиксируется в высоком разрешении, основное внимание уделяют правильному размещению и креплению грузов, отсутствию в вагонах посторонних предметов, состоянию запорно-пломбировочных устройств.

Заключение. Видеoinформация об осматриваемом составе передается в режиме реального времени на компьютер оператора пункта коммерческого осмотра и дублируется на карте памяти беспилотного летательного аппарата. Возможности разработанной технологии позволяют увеличить скорость и качество осмотра, соблюдать требования безопасности условий труда работников, сократить число случаев нарушения безопасности движения [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

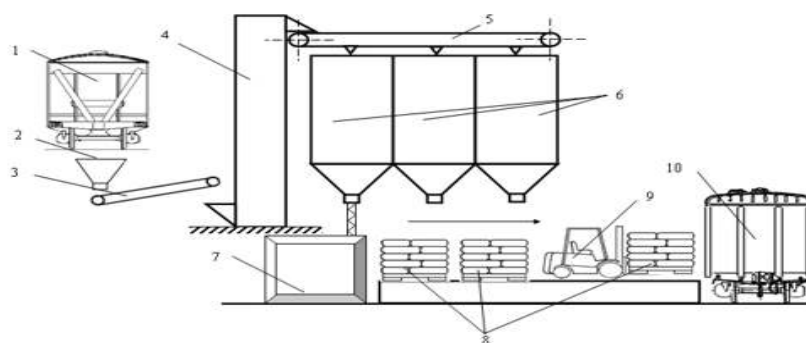
- 1 Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом // Сборник – книга 1. М. : Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 712 с.
- 2 Денисов В. В., Третьяков Г. М., Фокеев А. Б. Современные средства крепления грузов в вагонах и контейнерах // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 137-139.
- 3 Конарев Н. С. Железнодорожный транспорт. Энциклопедия. Москва: Большая Российская энциклопедия, 2005. 559 с.
- 4 Денисов В. В. Применение беспилотных летательных аппаратов для выполнения коммерческого осмотра на железнодорожном транспорте // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 93-95.
- 5 Денисов В. В., Кононов И. И., Сосевич Н. М. Анализ случаев нарушения безопасности движения // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 167-170.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ФРОНТОВ ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ВЫГРУЗКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

С. А. Кудашов¹, В. В. Денисов²

Введение. Эффективное выполнение транспортно-технологических операций с сыпучими грузами позволяют ускорить продвижение транспортных потоков в логистических системах.

Основная часть. Транспортно-технологические операции происходят в следующем порядке: вагон подается на фронт выгрузки, т. е. устанавливается таким образом, чтобы разгрузочные люки вагона находились над приемным бункером, открывают люки, и сыпучий груз (цемент) высыпается в приемный бункер. Винтовым транспортером груз перемещается в приемный лоток ковшового транспортера, который осуществляет вертикальный подъем, где при помощи распределительного транспортера он загружается в бункера. Из бункеров груз подается в затарочную машину, где происходит заполнение бумажных, клапанных мешков; после заполнения мешки укладывают на поддоны, формируя транспортные пакеты. Транспортные пакеты складируют на площадке временного хранения. С площадки автопогрузчиком транспортные пакеты грузят в крытый вагон. Существующая схема выгрузки сыпучих грузов цемент, гипс представлена на рис. 1.



Условные обозначения: 1 – вагон хоппер; 2 – приемный бункер; 3 – транспортер;
4 – ковшовый транспортер; 5 – распределительный транспортер; 6 - силосный корпус;
7 – затарочная машина; 8 – мешки с цементом, сформированные в транспортные пакеты;
9 – автопогрузчик; 10 – крытый вагон

Рис. 1. Существующая схема переработки сыпучих грузов

В процессе детального рассмотрения данной технологии выявлены следующие недостатки:

- невысокий уровень стабильности гравитационной разгрузки вагонов – хопперов связанный с особенностями физико-механических свойств рассматриваемого груза (цемент). В результате вагон простаивает под выгрузкой до 30–40 минут, кроме того, требуется вмешательство в процесс разгрузки, выражающееся в ударных воздействиях по кузову вагона, как правило, в области выгрузных воронок и побуждение к истечению при помощи шеста через верхние загрузочные люки. Для выполнения данных операций, связанных с нарушением техники безопасности, требуется минимум двое дополнительных рабочих;
- значительные эксплуатационные расходы заглубленного приемного бункера и винтовых транспортеров;
- фронт выгрузки при существующей технологии составляет один вагон, что также не может не сказаться на производительности выгрузки;
- для осуществления прямой перегрузки вагон – автомобиль требуется задействовать все имеющееся транспортно-складское оборудование.

¹ Кудашов Станислав Александрович - студент группы ЭЖД-72, факультета ЭЖД

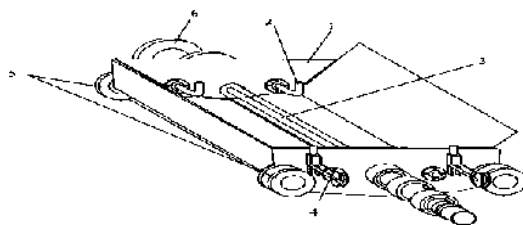
² Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Таким образом, данная схема требует существенной доработки с целью энерго- и ресурсосбережения, а также отдельным вопросом стоит сохранность геометрических параметров вагонов-хопперов, нарушающихся в результате несанкционированных ударных воздействий при выгрузке [1].

Разработка и внедрение нового передвижного разгрузочного устройства позволит сократить капитальные вложения, связанные со строительством подрельсовых приемных устройств для разгрузки вагонов-хопперов при проектировании складских помещений для хранения сыпучих грузов; даст возможность выполнения операций выгрузки сыпучих грузов не только на путях необщего пользования, но и на железнодорожных путях общего пользования [2].

Выгрузка сыпучих грузов с применением данного разгрузочного устройства может осуществляться по прямому варианту – вагон – автомобиль либо в бункера для временного хранения.

Разгрузочное устройство предназначено для выгрузки сыпучих материалов из вагонов-хопперов с поочередной разгрузкой их люков и разгрузки транспортных средств по схеме вагон – автомобиль либо транспортирования груза на последующее транспортное звено технологической линии. Разгрузочное устройство представлено на рис. 2.



Условные обозначения: 1 – приемный лоток; 2 – сводоразрушители; 3 – пружинный шнек; 4 – подъемные блоки; 5 – колесные пары; 6 – электродвигатель.

Рис. 2. Предлагаемое разгрузочное устройство

Оно состоит из приемного лотка с пружинным шнеком диаметром 100 мм. Приемный лоток снабжен откидными бортами.

Вращение шнека осуществляется от электропривода. Электропривод состоит из электродвигателя и муфты [3]. Разгрузочное устройство может устанавливаться на колесные пары при помощи подъемных блоков. Перемещение разгрузочного устройства к местам выполнения разгрузочных операций осуществляется автомобилем «Газель». Разгрузочное устройство из кузова «Газели» спускают по сходням и устанавливают под разгрузочными люками вагона-хоппера [4]. Затем открывают затворы люков, и груз поступает в приемный лоток, откуда при помощи шнека подается в пружинный транспортер, затем в кузов автомобиля.

Заключение. Внедрение нового передвижного разгрузочного устройства позволит сократить капитальные вложения, связанные со строительством подрельсовых приемных устройств для разгрузки вагонов-хопперов при проектировании складских помещений для хранения сыпучих грузов. Так как мобильный разгрузчик оснащен устройствами сводообрушения, расположенными в районе разгрузочных люков вагона, по предлагаемой схеме не требуется дополнительное воздействие на кузов вагона с целью восстановления сыпучести выгружаемого груза. Применение данной схемы предполагает производить выгрузку или перегрузку сыпучего груза в любом месте на путях необщего пользования. Одновременно увеличивается производительность разгрузки, появляется возможность дозированной выгрузки, а это позволит использовать вагон в производстве в качестве емкости оперативного хранения. Все перечисленные возможности применения предлагаемой схемы повышают привлекательность для клиентов и способствуют перераспределению доли перевозок грузов в пользу железнодорожного транспорта [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Клименко Е. Н. Обеспечение грузовых перевозок на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]: учеб. пособие. М. : УМЦ ЖДТ, 2017. 125 с.
- 2 Денисов В. В., Третьяков Г. М., Кононов И. И. Совершенствование грузовой работы с массовыми сыпучими грузами на железнодорожном транспорте // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 4. С. 69-74.
- 3 Денисов В. В., Третьяков Г. М. [и др.] Комплекс оборудования для разгрузки сыпучих материалов из бункеров: патент РФ № 2216500 от 20 ноября 2003.
- 4 Альбом. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. М.: Транспорт, 1989. 175 с.
- 5 Тимошин А. А., Мачульский И. И., Голутвин В. А., Клейнерман А. Л., Копырина В. И., Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ : учебник для вузов ж.-д. трансп. М. : Маршрут, 2013. 400 с.

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОТРЕБНОСТЯМ КЛИЕНТОВ

А. А. Овчинникова¹, Н. В. Эрлих²

Введение. Целью научной работы является анализ логистического подхода к потребностям клиентов.

Основная часть. В последнее время потребности клиентов постоянно меняются. Исходя из своих потребностей в перевозке груза, клиент может выбирать из нескольких компаний ту, которая подойдет ему в наибольшей степени по его запросам цены на перевозку, скорости доставки, условиям перевозки и ее оформления. Таким образом, на рынке транспортных услуг возникает конкуренция между компаниями, оказывающими услугу по доставке груза с набором необходимых услуг для клиента, заставляя их предлагать и расширять услуги для клиентов. Если есть конкуренция, то объем и качество услуг растет, и клиенты тянутся к таким компаниям. Развитие конкуренции в сфере перевозок заставляет перевозчиков уделять большое внимание клиентоориентированности предоставляемых услуг.

Анализ ситуации в сфере железнодорожных перевозок показывает, что в последнее время на рынке стали появляться компании, которые могут составить конкуренцию ОАО «РЖД» и повлиять на уровень оказания транспортных услуг (в позиции потребностей клиентов). Появление на рынке транспортных услуг таких компаний, как «Глобал логистик транспорт», «Да-транс», «Энергия» позволяет говорить о факторах выбора клиентом транспортных компаний для железнодорожных перевозок. Многие компании понимают потребности клиентов и уделяют особое внимание транспортной логистике, так как это один из главных факторов, влияющих на выбор компании для оказания транспортных услуг. Транспортная логистика – это единая «цепь»: выбор оптимального маршрута, типа транспорта или нескольких видов транспорта, организация погрузки и выгрузки, оформление необходимых документов и др. [1].

Логистика – единый оператор, отвечающий за весь перевозочный процесс: от проектирования до выгрузки на месте назначения. Кроме этого, логистика также занимается организацией страхования груза, его складированием, охраной, таможенным оформлением и т. п. Потребности клиента заключается в том, чтобы доставить груз без проблем, в целостности, сохранности и в срок с одной станции до другой. При этом, чтобы совершить перевозку, необходимо найти подвижной состав, оформить все необходимые документы, разработать универсальный маршрут, организовать погрузку и выгрузку и т. д. Зачастую самим грузоотправителям это сделать сложно, так как не все грузоотправители хорошо представляют технологию организации перевозочного процесса и требования к нему, что оказывается затратно по времени и финансам. Чтобы удовлетворить свои потребности, многие клиенты, грузоотправители обращаются в логистические компании для организации перевозок груза.

Например, «РЖД Логистик» предоставляет такие преимущества для клиента, как совершенствование технологии доставки, снижение затрат на транспортное обслуживание, ритмич-

¹ Овчинникова Алина Александровна – студент группы ТТПб-01, факультет ЭЖД

² Эрлих Наталья Валентиновна – к.т.н., доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

ность работы, увеличение перерабатываемых объемов. Тем самым компания берет всю работу на себя, привлекая клиента уменьшением затрат на все звенья перевозочного процесса. Клиенты, обращаясь в компании, которые применяют логистический подход к потребностям клиента, т. е. являются клиентоориентированными, могут снижать затраты на перевозку груза.

Так, с «РЖД Логистик» сотрудничают такие компании как, «Роснефть», «Евраз», «Норникель», «Технониколь» и др. Сотрудничество позволяет этим компаниям снижать расходы на простой подвижного состава на 10 %, ускоряя оборот парка вагонов на 16 %, что в свою очередь позволяет снижать затраты на доставку груза на 5 %. Логистический подход обеспечивает наиболее полное удовлетворение потребителей транспортных услуг в соответствии с их запросами. Внедрение современного логистического менеджмента позволяет ускорить оборачиваемость капитала, снизить себестоимость перевозок, сократить затраты на распределение услуг. При этом логистическое обслуживание не стоит на месте, а только больше развивается и оптимизируется.

По данным «РЖД Логистик», за последние 3 года оптимизация привела к сокращению парка используемых вагонов на 25 % (для сокращения затрат рассматривается путь доставки грузов с учетом сокращения оборота вагонов, вагонный парк сокращается, если предприятие имеет свои локомотивы, оптимизируя подачу и уборку вагонов и работу локомотивов), ускорение оборота вагонов на 17 %, сокращение времени ожидания обработки вагонов на грузовых фронтах на 30 % (если грамотно выстроена технология с учетом тайм-времени для оптимизации работы грузовых фронтов), рост скорости/точности/ритмичности доставки на 30 % (если работать по четкому расписанию прибытия поездов и отправления, это позволит сократить время доставки груза), общее сокращение транспортных расходов на 1 т продукции составило 20 %.

Заключение. Транспортные системы зависимы от клиента и подстраиваются под изменения внешней среды [2, 3]. Таким образом, можно сделать вывод, что многие клиенты выбирают транспортные компании, которые имеют свой логистический подход и оптимизируют его, облегчая задачу потребителям. Потребности клиентов постоянно меняются, поэтому стоит использовать логистический подход для удовлетворения ожидания потребителей, что их заказ будет выполнен правильно, в кратчайшие сроки и с наименьшими затратами. Потребители обращаются к тем транспортным компаниям, которые оказывают свои услуги по перевозкам на высшем уровне и используют логистический подход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 URL: https://www.yaneuch.ru/cat_98/logistika-na-zhd-transporte/327539.2455835.page1.html
- 2 Эрлих Н. В., Эрлих А. В. Комбинированные услуги завоевывают транспортный рынок // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 3 (57). С. 67-70.
- 3 Эрлих Н. В., Эрлих А. В. Транспортный рынок диктует свои условия // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 5 (59). С. 68-72.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ НА СТАНЦИИ КИНЕЛЬ

Е. А. Сельцина¹, В. В. Денисов²

Введение. Своевременная выгрузка подвижного состава на местах общего и необщего пользования является одним из важнейших условий эффективного функционирования железнодорожного транспорта. Для интенсификации процесса выгрузки сыпучих грузов из полувагонов на повышенном пути могут использоваться различные устройства и механизмы, действие которых призвано облегчить и ускорить грузовые операции.

Основная часть. Станция Кинель является двухсторонней сортировочной внеклассной станцией с последовательным расположением парков. Железнодорожный путь необщего пользования ООО «ТЕХКОМПЛЕКТ» примыкает к четной горловине станции Кинель централизованным стрелочным переводом № 120 и находится на балансе ветвевладельца.

Железнодорожный путь необщего пользования обслуживается маневровым локомотивом

¹ Сельцина Елена Александровна – студент группы ЭЖД-72, факультет ЭЖД

² Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

ТЭМ-18ДМ и составителем поездов станции Кинель. Составитель поездов станции работает в одно лицо. Для связи с машинистом маневрового локомотива и подачи команд у составителя поездов имеется переносная радиостанция, в случае отказа работы радиосвязи составитель поездов обязан производить маневры с использованием ручных или звуковых сигналов [1].

Полувагоны, загруженные щебнем, подаются под выгрузку на повышенный путь. Размер подачи не должен превышать 16 полувагонов. Выгрузка полувагонов осуществляется следующим образом: рабочие открывают крышки нижних люков (производится поворот секторов, освобождаются люковые закидки, вручную открываются крышки люков), через открытые люки груз (щебень) высыпается наружу, высыпание щебня происходит самотеком, рабочие заходят внутрь полувагонов и с применением лопат выгребают остатки щебня, после полной выгрузки крышки разгрузочных люков закрываются, фиксируются люковыми закидками [2]. Среднее время выгрузки 16 полувагонов самотеком и с применением ручного труда – 4 ч. Соответственно, в среднем, за 1 час самотеком и с применением ручного труда выгружается 4 полувагона. На выгрузку 1 полувагона, в среднем, затрачивается 15 мин.

Количество работников, задействованных при выгрузке, составляет 11 человек: 2 открывают разгрузочные люки, 3 – водителя погрузчиков, 2 – водителя тракторов, 6 (2 из тех, кто открывает люки) человека очищают вагоны от остатков груза. Выгруженный щебень хранится под открытым небом. На рис. 1 представлен процесс выгрузки полувагонов на повышенном пути предприятия.



Рис. 1. Выгрузка полувагонов на повышенном пути предприятия

Данная технология имеет определенные преимущества и недостатки. Преимуществом данной технологии является то, что на высыпание груза затрачивается небольшое количество времени, а также за счет того, что выгрузка происходит самотеком (отсутствуют устройства механизации и автоматизации), нет затрат на электроэнергию (для работы устройств) [3]. Недостатками данной технологии является то, что используется ручной труд людей (открытие и закрытие разгрузочных люков, очищение остатков груза в вагонах), нахождение людей в опасной зоне, к перевозке предъявляются только те полувагоны, которые имеют в своей конструкции разгрузочные люки, либо осуществлять перевозку щебня в думпкарах, так как они оснащены устройством самопрокидывания. При работе в зимних условиях возникают затруднения при выгрузке, так как груз смерзается; для хранения груза предоставляется малая по площади территория, так как должно иметься свободное место для проезда погрузчиков.

По предварительным данным, внедрение новой технологии будет наиболее целесообразным и экономически эффективным, вследствие того, что внедрение этой технологии обойдется предприятию дешевле, чем внедрение прочих технологий. Данная технология увеличит количество перерабатываемых вагонов за смену на пути необщего пользования. Также за счет внедрения этой технологии появится возможность сократить штат работников, что приведет к финансовым «плюсам» [4].

На рис. 2. приведена схема предлагаемой технологии с применением ее на предприятии.

Для реализации данной технологии предлагается использовать козловой кран КДКК-10, вибрационный разгрузчик ВНВ-2М и люкоподъемники ЛКП500. Кран КДКК-10 оборудован дополнительной фермой-мостом с площадками для перемещения рабочих.



Рис. 2. Предлагаемая технология выгрузки щебня на ООО «ТЕХКОМПЛЕКТ»
Условные обозначения: 1 – вибрационный разгрузчик; 2 – трос с люкоподъемником; 3 – отвал

При обратном движении крана для очистки полувагона от остатка груза на верхний обвязочный пояс полувагона опускают накладной вибратор, навешанный тросами на козловой кран. Вибрационный разгрузчик ВНВ-2М предназначен для выгрузки насыпных несмерзшихся материалов из железнодорожных полувагонов всех типов на эстакадах, повышенных путях и в приемные бункеры без применения ручного труда на их очистку от остатков груза. Работает в комплексе с грузоподъемным устройством, с помощью которого устанавливается на верхнюю обвязку и воздействует на полувагон, сообщая ему колебания [5].

Люкоподъемник предназначен для закрытия крышек разгруженных полувагонов на эстакадах и над бункерами. Для закрытия люков с люкоподъемником требуется лишь 1 рабочий на каждой стороне вагона. Время закрытия всех люков одного вагона – не более 7 мин. Каждый из люкозакрывателей подвешивается на монорельсе. Монорельс может быть подвешен на существующие конструкции или на специальные площадки обслуживания, питание подводится посредством гибкого кабеля. Для открытия, закрытия и обслуживания люков вагона рекомендуется установить площадки обслуживания вдоль фронта разгрузки или откидные мостики.

Принцип работы: рабочий захватывает крышку крюком люкозакрывателя и, включив привод тали, начинает подъем крышки до тех пор, пока второй зуб запорного устройства не захватит уголки крышки люка. На ограничителе усилия установлен конечный выключатель.

При усилии более 7 кН пружина ограничителя усилия сжимается тарелкой штока, подвешенного на крюк тали на проушине, подвижной упор, закрепленный на тарелке, перемещается вверх по прорези в корпусе и поворачивает рычаг конечного выключателя. Привод механизма подъема электрического подъемника выключается, и подъем люка полувагона прекращается. Как упоминалось ранее, при существующей технологии среднее время выгрузки 16 полувагонов самотеком и с применением ручного труда – 4 ч. Соответственно, в среднем, за 1 час самотеком и с применением ручного труда выгружается 4 полувагона. На выгрузку 1-го полувагона в среднем затрачивается 15 мин. Соответственно, за 8-ми часовую смену, в среднем, можно выгрузить 2 подачи (32 вагона). Время высыпания груза из одного вагона самотеком составляет $\approx 3-4$ мин. Время очищения одного вагона от остатков перевозимого груза с использованием рабочей силы составляет $\approx 10-12$ мин. Время, затрачиваемое на открытие разгрузочных люков – $\approx 3-5$ мин. Время на закрытие разгрузочных люков – $\approx 9-12$ мин.

Заключение. При новой технологии выгрузки среднее время на выгрузку с 1 полувагона сокращается на ≈ 3 мин. Соответственно, за 1 час будет выгружено ≈ 5 вагонов, что на 1 вагон больше, чем при существующей технологии. Вся группа из 16 полувагонов будет выгружена не за 4 ч, а за $\approx 3,2$ ч (3 ч 12 мин) (на 0,8 ч меньше, чем при существующей технологии), то есть на 48 мин сокращается время нахождения вагонов на пути необщего пользования. Соответственно, за 8-ми часовую смену будет выгружено примерно 40 вагонов, что на 8 вагонов больше, чем при существующей технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 URL: <https://www.perspektivaomz.ru/lyukopodyomniki>
- 2 URL: <http://www.refsr.ru/referat-21596-8.html>
- 3 URL: <https://vunivere.ru/work35680/page4>
- 4 URL: <https://infopedia.su/3xc3f4.html>
- 5 Журавлев Н. П., Маликов О. Б. Транспортно-грузовые системы: учебник для вузов ж.-д. транспорта. М. : УМНЦ, 2005. 332 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОСТОЙ ТРАНЗИТНОГО ВАГОНА

А. А. Фирсова¹, Н. В. Эрлих²

Введение. Важнейший качественный показатель работы станции – простой вагонов. Сокращение простоя вагонов является первоочередной задачей для любой станции, так как снижение этого показателя позволяет более рационально использовать подвижной состав и сокращать срок доставки грузов, что является немаловажным для потребителей услуг железнодорожного транспорта.

Отдельно нормируются три вида простоя вагонов: транзитных без переработки $t_{тр}$, транзитных с переработкой $t_{пер}$ и местных с учетом простоя на ответственности ОАО «РЖД» и клиента, а также под одной грузовой операцией $t_{м}^Г$.

Простой вагонов транзитных с переработкой и местных вагонов с целью нормирования и анализа расчленяют на отдельные элементы. Элементы простоя транзитного вагона с переработкой в процентном соотношении показаны на рисунке 1.



Рис. 1. Диаграмма элементов простоя транзитного вагона с переработкой

Анализ простоя транзитного вагона с переработкой показал, что самым длительным по времени элементом является простой вагона под накоплением – 33 %.

В целом время нахождения вагона на станции (от прибытия до отправления), кроме продолжительности перечисленных операций, включает промежутки времени межоперационных простоев.

На увеличение простоя транзитного вагона может влиять:

- предъявление к осмотру сразу нескольких поездов из-за их одновременного прибытия с нескольких направлений;
- нехватка штата осмотрщиков поездов;
- ожидание горочного локомотива;
- нехватка маневровых средств;
- появление «чужаков» вследствие человеческого фактора;
- занятость путей сортировочного парка;
- трата времени на осаживание при недостаточной точности торможения отцепов;
- несоблюдение норм ПТЭ по расположению вагонов в составе поезда или несовпадение автосцепок;
- ожидание локомотивов и локомотивных бригад в парке отправления;
- отказы технических средств и др.

Значительно на простой вагонов по станции влияют технические устройства и путевое развитие станции, взаимное расположение отдельных устройств и парков. Большое значение также имеет технология работы, штат станции, применение прогрессивных технологий.

¹ Фирсова Анастасия Александровна – студент группы ЭЖД-71, факультет ЭЖД

² Эрлих Наталья Валентиновна – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

В сортировочной системе простой вагона может достигать 45 % от общего времени нахождения на станции, поэтому для снижения этого показателя на сортировочных станциях активно начали внедрять КСАУ СП – комплексную систему автоматизации управления сортировочным процессом. Система была разработана для автоматизации управления расформированием составов с целью улучшения работы оперативного персонала, повышения производительности сортировочной горки и станции в целом.

КСАУ СП – это дипломированная сертифицированная российская система, главным преимуществом которой является возможность её внедрения на механизированных горках любой мощности и в любых географических условиях. При использовании КСАУ СП ро-спуском может руководить всего один оператор, поэтому система вошла в понятие «цифровая сортировочная станция», целью которой является максимальная автоматизация операций по обработке вагонов с минимальным привлечением человека.

Интеграция системы КСАУ СП в работу сортировочной позволяет добиться следующего эффекта:

- повышается перерабатывающая способность сортировочной горки и станции в целом за счет ускорения процесса расформирования составов;
- повышается производительность труда, а также происходит сокращение оперативного персонала, занятого в процессе роспуска составов;
- повышается безопасность процесса формирования составов в сортировочном парке;
- сокращается простой вагонов с переработкой;
- сокращаются эксплуатационные расходы, связанные с маневровой работой на сортировочной горке, за счет высокого качества заполнения путей сортировочного парка и минимизации возникновения «чужаков» - ошибочно расформированных вагонов в связи с человеческим фактором; сокращается также время на осаживание;
- сокращается расход электроэнергии;
- сокращаются расходы, возникающие вследствие повреждения вагонов и грузов, которое может возникать из-за превышения скорости соударения вагонов на путях сортировочного парка.

Состав КСАУ СП представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Состав системы КСАУ СП

На сегодняшний момент КСАУ СП внедрена на сортировочных горках более чем двадцати станций страны, в том числе на станциях Орехово-Зуево, Бекасово-Сортировочное, Лоста, Кинель и даже на нескольких станциях, где сортировка вагонов производится при помощи горки малой мощности.

Несмотря на положительное влияние на работу станции, применение такой дорогостоящей системы, как КСАУ СП, целесообразно в основном на станциях с большим потоком вагонов для переработки либо станций, имеющих междорожное значение.

Заключение. Сокращение простоя вагонов по станциям является приоритетной задачей для железных дорог. Простой расчленяется по элементам и в каждой из систем (прием, сортировка, отправление) может быть сокращен, для чего необходимо эффективно применять современные технологии, призванные оптимизировать как конкретные процессы, так и работу всей станции в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кочнев Ф. П., Сотников И. Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог. М. : Транспорт, 1990. 450 с.
- 2 Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом КСАУ СП. Программное обеспечение. ОАО «НИИАС», 2016. 41 с.
- 3 Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vniias.ru/>
- 4 Шабельников А. Н «Цифровая сортировочная станция» [Электронный ресурс]. URL: <http://railwayexpo.ru/images/docs/2019/presentation/.pdf>.
- 5 Эрлих Н. В., Эрлих А. В. Факторы, влияющие на перерабатывающую способность и инфраструктуру // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 6 (54). С.69-73.

ВЫБОР ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНОГО ГРУЗА АО «ННК»

А. Р. Харисова¹, Н. В. Эрлих²

Перевозочный процесс – это совокупность организационных и технологических операций, которые взаимосвязаны и выполняются при подготовке, осуществлении и завершении перевозок грузов, багажа и грузобагажа железнодорожным транспортом [1].

Для того чтобы перевезти какой-либо груз, необходимо знать его физико-химические характеристики, как груз взаимодействует с окружающей средой и действует на человека. Это влияет на выбор тары и если это необходимо, на подвижной состав, пригодный для перевозки конкретного груза. В дальнейшем от этого зависят все организационные и технологические операции для осуществления доставки груза по назначению, т. е. организация перевозочного процесса. С момента принятия груза к перевозке до выдачи его получателю или передачи организации, учреждению перевозчик несет ответственность за своевременную доставку и сохранность. Для обеспечения сохранности перевозимых грузов перевозчик должен знать и учитывать свойства грузов и вытекающие из этого особенности его перевозки и хранения.

Существует классификация грузов, и одним видом данной классификации является опасный груз.

Опасный груз – это вещества, изделия из них, отходы производственной и иной хозяйственной деятельности, которые в силу присущих им свойств могут при перевозке создать угрозу для жизни и здоровья людей, нанести вред окружающей среде, повредить или уничтожить материальные ценности [2].

Существует девять классов опасных грузов, которые представлены на рисунке 1:

¹ Харисова Алина Руслановна – магистрант группы ТТМ-11, факультет ЭЖД

² Эрлих Наталья Валентиновна – к.т.н., доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»



Рис. 1. Знаки опасности

Одним из предприятий, производящим опасные грузы, является Акционерное общество «Новокуйбышевская нефтехимическая компания» (далее – АО «ННК») – предприятие ПАО «НК «Роснефть».

АО «ННК» – одно из крупнейших производителей продукции газопереработки, нефтехимии и органического синтеза на территории России и Восточной Европы. На предприятии функционируют основные производства нефтехимии: сжиженных углеводородов, бензола, производство фенола, ацетона, альфаметилстирола, олефинов. Кроме того, на АО «ННК» функционирует единственное в стране производство синтетического этанола [3].

АО «ННК» закупает у ПАО «Тольяттиазот» – одно из крупнейших предприятий химической промышленности России, входящее в тройку основных производителей аммиака в стране и в десятку мировых лидеров – аммиак технический, водный для последующего получения азотной кислоты.

Аммиак технический, водный – прозрачная бесцветная или желтоватая жидкость. Обладает резко выраженным раздражающим действием.

Водный аммиак транспортируют железнодорожным, автомобильным и водным транспортом в герметичных транспортных средствах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данных видах транспорта [4].

По классификации опасных грузов по ГОСТ 19433 водный аммиак отнесен к 8-му классу. Транспортная маркировка подвижного состава с аммиаком представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Транспортная маркировка подвижного состава с аммиаком

Продукт транспортируют в цистернах нижним сливом. Цистерны заполняют не более чем на 95 % (по объему). Люки цистерн должны быть опломбированы.

Следовательно, для доставки аммиака в АО «ННК» (г. Новокуйбышевск) от ПАО «Тольяттиазот» (г. Тольятти) мною предлагается выбрать автомобильный и железнодорожный транспорт.

Для доставки аммиака автомобильным транспортом предлагается выбрать собственный подвижной состав АО «ННК».

Проанализировав собственный подвижной состав АО «ННК», мы предлагаем выбрать седельный тягач с танк-контейнером. Танк-контейнер, загруженный аммиаком, представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Танк-контейнер, загруженный аммиаком

На погрузке в танк-контейнер водный аммиак должен быть холодным, то есть иметь низкую температуру, и вливаться через трубу-шланг, доходящий до самого дна танк-контейнера.

Исходные данные для перевозки груза в танк-контейнере автомобильным транспортом представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные доставки аммиака автомобильным транспортом

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Объем партии	тонн	20
2	Длина пути (Новокуйбышевск-Тольятти)	км	240
3	Время в пути	день	1
4	Время в пути	час	8
5	Количество единиц транспорта	единица	1
6	Количество водителей	водитель	1
7	Норма расхода топлива транспортного средства на 100 км пробега	литр	24,5
8	Норма расхода топлива полуприцепа на 100 км пробега	литр	22,10
9	Стоимость 1 литра топлива	рубль	52,75
10	Расход топлива за 240 км пути	литр	112

Расчет доставки аммиака технического, водного автомобильным транспортом представлен в таблице 2.

Таблица 2

Расчет доставки аммиака технического, водного автомобильным транспортом

№ п/п	Затраты	Единица измерения	Сумма, руб.
1	Заработная плата водителя за 8 часов	руб.	2024
1.1	Средняя заработная плата водителя за 1 час	руб./час	253
2	Страховые взносы	руб.	635,13
3	Стоимость ГСМ	руб.	5899,56
4	Разрешение на перевозку (система «ПЛАТОН»)	руб.	276
5	Итого за перевозку	руб.	10601,63
5.1	Стоимость перевозки 1 тонны груза	руб.	530,08
5.2	Стоимость 1 часа перевозки	руб.	1325,21

Перевозка аммиака технического, водного железнодорожным транспортом предлагает-

ся с использованием собственного танк-контейнера АО «ННК».

Перевозка танк-контейнеров железнодорожным транспортом – это один из самых экономически выгодных и удобных способов доставки различного рода наливных грузов, химических опасных, сжиженных газов. Танк-контейнер на железнодорожной платформе представлен на рисунке 4.



Рис. 4. Танк-контейнер на железнодорожной платформе

Расчет стоимости грузовой перевозки со станции Химзаводская до станции Новокуйбышевская был произведен с помощью интернет-ресурса ОАО «РЖД Грузовые перевозки»[5] – Расчет стоимости и экологичности грузовых перевозок и представлен на рисунке 5.

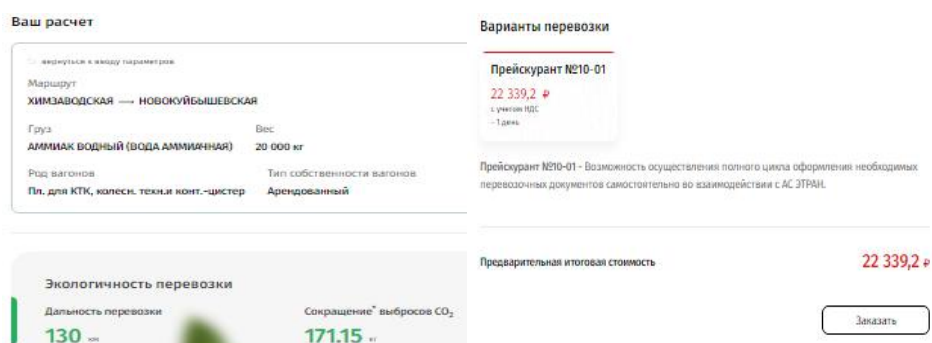


Рис. 5. Расчет стоимости грузовой перевозки со станции Химзаводская до станции Новокуйбышевская

Заключение. Исходя из данных таблицы 2 и данных рисунка 5, можно сделать вывод, что перевозка автомобильным транспортом аммиака технического водного из г. Тольятти в г. Новокуйбышевск является экономически целесообразной. Доставка груза автомобильным транспортом, по сравнению с доставкой железнодорожным транспортом, выгоднее на 11 737,57 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: от 21.07.2014 № 4. URL: Консультант Плюс, в локальной сети вуза.
- 2 URL: <https://гибдд.рф/corp/danger> (дата обращения 01.03.2022).
- 3 URL: https://www.rosneft.ru/business/Novokujbishevskaja_neftehimicheskaja_kompanija/(дата обращения 05.03.2022).
- 4 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200018985> (дата обращения 15.03.2022).
- 5 URL: <https://cargolk.rzd.ru/services/calculator> (дата обращения 20.03.2022).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ПУТЯХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

А. А. Хишова¹, М. В. Прусов²

Введение. В 2021 году в России было собрано 121 млн тонн зерна. И уже 6 год подряд Россия лидирует по экспорту зерновых культур. Перевозками зерна занимается одна из крупных компаний – Русагротранс, она осуществляет перевозку грузовых, аграрных и минеральных насыпных грузов. В настоящее время компания увеличила свой объем по перевозке зерна. По общим показателям зерновой экспорт вырос с 39 до 52 тонн, однако в планы компании входит увеличить экспорт по сравнению с прошлым годом. Предварительный прогноз сбора зерна в 2022 году составляют около 128 млн т, в том числе пшеницы – 81,4 млн т. Русагротранс уже имеет свои элеваторы, однако из-за резкого увеличения зерновых грузов компании не хватает мест для хранения.

Основная часть. В свою очередь, компания ОАО «РЖД» уже с 2009 года старается усовершенствовать станции для полного удовлетворения потребностей клиентов в перевозке грузов и сопутствующих услугах. На данный момент услуги оказываются уже на 750 грузовых терминалах, на которых осуществляются:

- погрузо-разгрузочные работы;
- хранение грузов на открытых площадках и крытых складах;
- аренда складов;
- очистка промывка вагонов/контейнеров;
- временное хранение товаров под таможенным контролем;
- организация специализированных терминалов для насыпных (строительных) грузов.

Все перечисленные услуги сопутствуют обработке различных видов грузов: тарно-штучных, тяжеловесных, насыпных (строительных) и контейнеров.

Терминально-складской комплекс играет важную роль в перевозочном процессе. Такие комплексы, в основном, сооружают в местах общего пользования ОАО «РЖД». В настоящее время, в связи с экономическим положением потребность в перевозке различных грузов значительно увеличится. Такие перемены заставляют усовершенствовать грузовые работы и внедрять инновационные методы.

На грузовом дворе-станции Самара осуществляются мероприятия по его улучшению для более высокого сервиса и качества оказываемых услуг, для клиентоориентированности. На станции уже перерабатывают тяжеловесные и тарно-штучные грузы. Однако для расширения сферы услуг комплексной транспортно-логической деятельности необходимо установить элеваторы для переработки зерновых грузов.

Бесперебойное функционирование всех элеваторов зависит от своевременной погрузки зерновых грузов на железнодорожный транспорт.

Одним из наиболее важных процессов грузового транспортно-технологического комплекса является хранение сыпучих грузов. В процессе хранения сыпучего груза возникают такие явления как: сводообразование, слеживаемость, уплотнение, что приводит к отсутствию стабильной выгрузки и негативным образом сказывается на функционировании всего комплекса в целом, а также увеличивает время загрузки подвижного состава, что, в свою очередь, негативно сказывается на обороте вагона.

Исправить ситуацию способен комплекс технических решений стабилизации процесса загрузки, хранения и выгрузки в хранилищах для сыпучих грузов, эти устройства разработаны учеными СамГУПС.

1. Разработана конструкция бесприводного загрузочно-распределительного устрой-

¹ Хишова Анжелика Андреевна – студент группы ЭЖД-81, факультет ЭЖД

² Прусов Максим Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

ства, защищенная патентом на полезную модель № 113515. Предлагаемое грузозачно-распределительное устройство обладает простотой и надежностью конструкции, универсальностью, отсутствием энергозатрат, обеспечивает равномерное распределение сыпучего груза по всему сечению загружаемой емкости, исключая тем самым слеживаемость и сохраняя качество груза.

2. Разработана конструкция хранилища с управляемым технологическим процессом загрузки, хранения и выгрузки, новизна технического решения которого защищена тремя патентами РФ. Предлагаемое техническое решение направлено на предотвращение сегрегации материала и его равномерное распределение по всему сечению емкости, исключение слеживания и сводообразование путем распределения давления по вертикальному сечению емкости; а также обеспечение равномерного истечения сыпучего материала при выгрузке.

Заключение. Таким образом, если расположить элеватор на грузовом дворе-станции Самара и оснастить данными устройствами, это значительно улучшит его функционирование, а также поспособствует привлечению новых клиентов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1 URL: <https://www.rusagrotrans.ru/>
- 2 Маликов О. Б. Склады и грузовые терминалы: справочник. СПб: Бизнес-пресса, 2005. 648 с.
- 3 Варламов А. В., Мазько Н. Н., Горюшинский И. В. Устройство для загрузки сыпучих материалов в бункер: патент на полезную модель № 113515 RU, МПК В 65 G 65/32, В 65 D 88/54, заявлено 10.03.2011, опубл. 20.02.2012.
- 4 Бункер для сводообразующих сыпучих материалов: пат. № 2219118 РФ RUC1, МПК В65D 88/64 / Г.М. Третьяков [и др.], заявл. 13.05.2002, опубл. 20.12.2003, бюл. № 35.

ЦИФРОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПРИЕМОСДАТЧИКА ГРУЗА И БАГАЖА

А. С. Шашкова¹, Е. Е. Москвичева²,

Цифровизация рабочих мест в грузовой работе является одним из ведущих трендов как на сети российских железных дорог, так и за рубежом. Посредством цифровизации рабочих мест появляется возможность повысить эффективность работы сотрудников и улучшить качественные показатели станционных технологических процессов [1], [2].

Одним из передовых методов, направленных на повышение качества приёма грузов к перевозке, является технология «Цифровой приёмосдатчик» (ЦПС), предложенная Куйбышевским территориальным центром фирменного транспортного обслуживания [3]. В основе неё лежит процедура дистанционного приёма порожних и груженых вагонов к перевозке в видеоформате посредством электронного обмена данными с клиентом через безопасный корпоративный мессенджер Express с сохранением видеофайлов в системе хранения данных. Прием вагонов к перевозке производится на путях необщего пользования без личного присутствия приемосдатчика груза и багажа.

Данная технология распространяется на процессы, осуществляемые с предъявляемыми к перевозке груженными и порожними вагонами, при условии заключенного с клиентом станции соглашения об оказании информационных услуг и предоставлении электронных сервисов в сфере грузовых перевозок по форме, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 18 декабря 2017 г. № 2633р [4].

При этом порядок дистанционного приема груженого или порожнего вагона к перевозке железнодорожным транспортом следующий:

После завершения погрузки или выгрузки вагона на пути необщего пользования *клиент* производит съемку вагона, подготовленного к перевозке, на камеру мобильного телефона. Расстояние, с которого производится видеосъемка, должно быть не менее 10 метров для

¹Шашкова Алёна Сергеевна – студент группы ЭЖД-73, факультет «ЭЖД»

²Москвичева Елена Евгеньевна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

того, чтобы зафиксировался вагон, детали, ЗПУ, оттиски ЗПУ, знаки, трафареты. Номер вагона, тип ЗПУ и номер ЗПУ клиент озвучивает. Для исключения «слепых» зон видеофиксация осуществляется без прерывания съемки со всех сторон вагона. Клиенту необходимо обеспечить качество видеосъемки: четкое изображение вагона и слышимость произносимым голосом номера вагонов и ЗПУ.

Группа вагонов фиксируется на видео и производится слева и справа по ходу движения одним видеофайлом.

Далее клиент присылает отснятый видеофайл приемосдатчику, с помощью приложения мессенджера и установленным порядком оформляет в АС ЭТРАН/личном кабинете уведомление ГУ-26 ВЦ/Э с электронной подписью с проставлением в графе «Примечание» отметки «цифровой приемосдатчик».

Затем приемосдатчик при получении уведомления из приложения-мессенджера о поступившем сообщении от клиента проводит мониторинг АС ЭТРАН на предмет наличия уведомления ГУ-26 ВЦ/Э. Приемосдатчик осуществляет визуальный осмотр порожнего/груженого вагона в коммерческом отношении посредством просмотра направленной через приложение-мессенджер видеосъемки, предъявляемого к перевозке груженого/порожнего вагона.

Видеофайлы хранятся в системе хранения данных один год с момента оформления вагона к перевозке, порожнего вагона – до момента раскредитования перевозочного документа.

При просмотре видеофайла приемосдатчик должен проверить:

- соответствие номера вагона, его грузоподъемности, массу тары вагона с бруса, количества, типа и номеров ЗПУ данным, указанным в перевозочном документе;
- исправность ЗПУ и правильность его наложения;
- состояние кузова вагона, крыши, пола, дверей, люков их закрытие;
- отсутствие просыпания/течи груза, качество заделки конструктивных зазоров, уплотнение щелей вагонов;
- очистку от остатков груза с наружной поверхности вагона и колесных пар.

При отсутствии коммерческих неисправностей и технических повреждений вагона, а также соответствии параметров предъявленного груженого или порожнего вагона сведениям из электронной накладной, приемосдатчик выполняет в АС ЭТРАН операцию «Прием приемосдатчиком». Ответственность за некачественный прием вагонов несет ЦПС.

Основные этапы технологии приёма порожних и груженых вагонов к перевозке в цифровом формате «Цифровой приемосдатчик» представлены на рис. 1.



Рис. Технология приёма порожних и груженых вагонов к перевозке в цифровом формате «Цифровой приемосдатчик»

В таблице представлены преимущества и недостатки [3], [5] технологии «Цифровой приемосдатчик»:

Преимущества и недостатки технологии «Цифровой приемосдатчик»

Преимущества	Недостатки
1) создание безопасного труда; 2) снижение трудоёмкости труда; 3) возможность дистанционного метода работы; 4) экономия времени ожидания прибытия приемосдатчика груза на путь необщего пользования; 5) наличие видеофайлов, являющихся доказательной базой при предъявлении претензий по несохранности перевозимых грузов; 6) сокращение времени приема вагона к перевозке; 7) привлечение новых пользователей услугами ОАО «РЖД»; 8) получение дохода от оператора подвижной единицы за предоставление видеофайлов по запросам	1) необходимость пересмотра действующих нормативных документов; 2) невозможность дистанционным методом приема всего спектра грузов; 3) возникновение затрат на аппаратуру для видеофиксации, при ее отсутствии у клиентов; 4) возникновение возможности выхода из строя аппаратуры для видео фиксации; 5) возможность рисков, связанных с несвоевременным отправлением вагонов со станции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога». М. : ОАО «РЖД», 2017. 92 с.
- 2 Москвичева Е. Е. Цифровая трансформация станционных технологических процессов // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 133-135.
- 3 На Куйбышевской железной дороге запущен в промышленную эксплуатацию проект «Цифровой приемосдатчик». URL: <https://kbsh.rzd.ru/ru/3673/page/104069?id=268353>
- 4 Инструкционно-технологическая карта приемосдатчика груза и багажа 7 поста станции Безымянка Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», 2017. 14 с.
- 5 Захарова Е. А., Лахметкина Н. Ю. Цифровая трансформация процессов работников железнодорожной станции. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47461517>

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ И
РАСПОЗНАВАНИЮ НА КПП ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ, НЕ ИМЕЮЩИХ ПРАВОВЫХ
ОСНОВАНИЙ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ В ЗОНУ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В. А. Виссарионов¹, И. И. Кононов²

Введение. Для осуществления досмотра субъекту транспортной инфраструктуры необходимо разработать локальный акт: «Порядок выявления и распознавания на контрольно-пропускных пунктах (постах) или на транспортных средствах физических лиц, не имеющих правовых оснований на проход и/или проезд в зону транспортной безопасности или на критические элементы ОТИ или ТС, а также предметов и веществ, которые запрещены или ограничены для перемещения в зону транспортной безопасности и на критические элементы ОТИ или ТС в соответствии с законодательством Российской Федерации», являющийся неотъемлемой частью ПОТБ».

Указанный локальный акт должен включать следующие основные пункты:

- определение актуальности формы пропуска;
- определение и распознавания по соответствию личности предъявителя пропуска данным указанным в пропуске;
- определение по номеру и дате пропуска, особым отметкам, сроку действия;
- определение по иным параметрам;
- определение недействующих пропусков;
- выявления аннулированных пропусков;
- выявления поддельных пропусков.

¹ Виссарионов Вадим Алексеевич – студент группы ТБ-81, факультет ЭЖД

² Кононов Иван Иванович – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

При определении актуальности формы пропуска указываются методы, с помощью которых сотрудник подразделения транспортной безопасности установит нарушителя пропускного режима. Наиболее распространенным методом является метод сравнения предъявляемого пропуска соответствующим образцам, в составе документов, которые находятся на контрольно-пропускном пункте (КПП, АКП – линии турникетов) или у сотрудника группы быстрого реагирования.

При использовании этого метода сотрудник подразделения транспортной безопасности при проверке пропусков и документов, удостоверяющих личность, проверяет: фотографию на документе (мониторе) с личностью предъявителя, наличие подписи, печати и срока действия документов. Одновременно с этим сверяет предъявляемый пропуск образцам пропусков, которые хранятся в составе документов КПП, в том числе сравнивает места нанесения соответствующих реквизитов с образцом.

Распознавание соответствия личности предъявившего пропуск осуществляется путем сверки установочных данных с документов, удостоверяющих личность предъявившего. При этом выполняется сверка персональных данных, которые указаны в пропуске с документом, удостоверяющим личность.

При проходе по постоянному пропуску (при наличии):

- сличить личность предъявителя пропуска с изображением на мониторе системы контроля управления доступом (СКУД) после прикладывания пропуска к считывающему устройству турникетов и убедиться в их соответствии (при наличии монитора на КПП);
- сличить изображение, выведенное на монитор с образцом (при наличии монитора на КПП);
- проконтролировать проход владельца пропуска через турникет, убедиться в проворачивании турникета с его последующей фиксацией;
- в случае возникновения сомнения относительно принадлежности прикладываемого электронного пропуска к личности предъявителя в корректной форме предложить предъявить другой документ, удостоверяющий его личность (паспорт гражданина РФ).

При предъявлении документа, удостоверяющего личность:

- взять его в руки, убедиться в подлинности;
- сличить фотографию владельца с личностью предъявителя;
- проверить срок действия документа;
- убедиться в отсутствии подчисток, дописок и других изменений в предъявляемом документе.

При предъявлении паспорта гражданина Российской Федерации:

- взять его в руки, убедиться в подлинности;
- сличить фотографию владельца с личностью предъявителя;
- проверить не подклеена ли фотография к оттиску печати ее скрепляющей;
- проверить отсутствие повреждений ламинированного покрытия и наличие давленных печатей (при наличии), убедиться в отсутствии подчисток, дописок и других изменений в паспорте.

При проходе по разовому (временному) пропуску (в хронологическом порядке):

- взять предъявляемый пропуск и документ, удостоверяющий личность предъявителя в руки;
- сличить предъявляемый пропуск с образцом;
- проверить документ, удостоверяющий личность предъявителя на соответствие его предъявителю.

При предъявлении материального пропуска (в хронологическом порядке):

- взять предъявляемый документ в руки;
- сличить предъявляемый пропуск с образцом;
- сличить фамилию, имя, отчество на пропуске с фамилией, именем, отчеством в документе, удостоверяющем личность;

- проверить наличие личной подписи на материальном пропуске и сличить ее с подписью на документе, удостоверяющем личность;
- проверить наличие и подлинность подписи должностного лица и сличить ее с действующим образцом;
- проверить наличие и подлинность иных реквизитов на материальном пропуске;
- проверить соответствие выносимых, вносимых (вывозимых, ввозимых) материальных ценностей материальному пропуску;
- при несоответствии выносимых, вносимых материальных ценностей и документов, нарушителя передают сотрудникам полиции.

Выявления по машиносчитываемой части пропуска с использованием технических средств осуществляется на КПП СКУД в местах размещения контрольно-пропускных пунктов поста транспортной безопасности с использованием технических средств, внедренных на объекте согласно порядку функционирования данных технических средств.

Порядок выявления по другим признакам пропусков определяется в соответствии с текущей обстановкой, наличием информации о непосредственных угрозах подготовки актов незаконного вмешательства в деятельность объектов транспортной инфраструктуры или транспортных средств и доводится до сотрудников в ходе ежедневного инструктажа.

Недействительные пропуска выявляются по следующим признакам:

- истек срок действия пропуска;
- на пропуске имеется отметка о его погашении;
- на пропуске имеются следы внесения изменений, подчисток, помарок;
- пропуск имеет значительные повреждения, отсутствие частей пропуска, на которых имеются установочные данные владельца, фотография и иные обязательные реквизиты.

Аннулированные пропуска выявляются в соответствии с признаками недействительных пропусков, а также на основании списка аннулированных пропусков, составленных на основании журнала выдачи пропусков, которые не сданы установленным порядком, а также на основании данных внесенных в СКУД (при наличии). Данный пропуск изымается в соответствии с Положением о пропускном и внутриобъектовом режиме на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах.

Недействительные пропуска выявляются по признакам недействительных пропусков, кроме того происходит выявление недействующих пропусков, по которым определена невозможность считывания данных в автоматическом режиме. Данный пропуск изымается в соответствии с Положением о пропускном режиме.

Поддельные пропуска выявляются по всем вышеуказанным признакам. Поддельные пропуска изымаются в соответствии с Положением о пропускном режиме.

Порядок проведения собеседования в целях выявления физических лиц, не имеющих правовых оснований на проход и/или проезд на территорию объекта, осуществляется в соответствии с утвержденными документами, регламентирующими порядок пропуска на ОТИ или ТС.

ТРАНСПОРТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В РАЗВИТИИ ВНУТРЕННЕГО ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ КУЙБЫШЕВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. В. Гянджумян¹, А. В. Варламов²

Введение.

Первую в мире *железнодорожную экскурсию* организовал английский проповедник Томас Кук для своей паствы в 1841 году. Томас Кук придумал рекламный слоган: «Железные дороги – для миллионов». Агентство Кука в середине XIX века организовывало железнодорожные туры с экскурсиями по принципу «все включено» [1].

Основная часть. В России железнодорожный туризм насчитывает около 50 лет. В начале 80-х годов в России успехом пользовались турбазы на колесах. Туристы жили в поезде, днем осматривали достопримечательности, а ночью переезжали в другой город. Путешествия длились от 1 до 32 дней. Чтобы туристы не скучали в поездах, работали библиотеки, а проводники предлагали пассажирам не только чай, но и настольные игры. В 80-е гг. XX века маршрут популярного тура «Транссоюзное ж.-д. путешествие» начинался во Владивостоке и заканчивался в Крыму.

Успех ж.-д. туров в России начался с советского периода. К 1960 году более 80 туристических поездов курсировали между наиболее посещаемыми городами. В восьмидесятые годы туристический поток на ж.-д. транспорте составлял более четырех миллионов человек. Популярностью среди туристов пользовались внутренние маршруты.

В то же время годы кризиса заставили российских туристов искать новые, максимально бюджетные направления для путешествий и поездки внутри страны. Направление имеет большой потенциал для развития при организации мультимодального сообщения с регионами. Пример динамики изменения сообщений между РФ, Азербайджанской Республикой и Латвийской Республикой представлен на рисунке 1 [2].

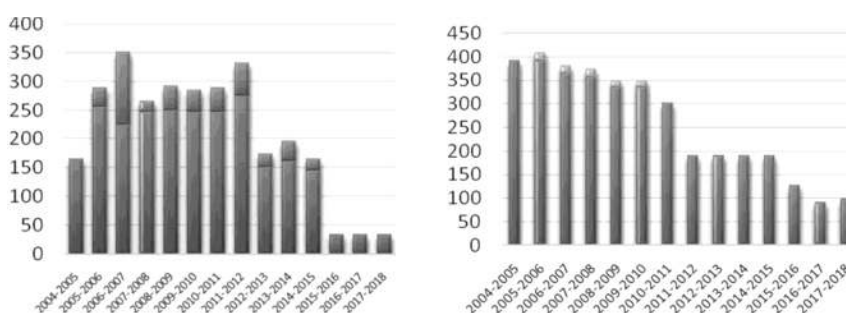


Рис. 1. Поток между РФ, азербайджанской республикой и латвийской республикой в доковидные годы

В Российской Федерации по-прежнему наблюдается отставание в развитии потоков въездного и внутреннего потока туризма. Основными причинами отставания въездного туризма считаются безопасность, транспортное обеспечение и высокая цена на туристические продукты. А для внутреннего туризма – высокие цены на отечественные туристические продукты и низкий уровень благосостояния основного населения [3: 15].

Решение проблем на потоках туризма требует новых форм взаимодействия транспортных и туристических предприятий. Элементы инфраструктуры туризма представляют комплекс действий для функциональной работы сферы туризма (рисунок 2) [4: 18].

Роль индустриального партнера выполняет Куйбышевская дорога. Популярность маршрутов туристических поездов на полигоне Куйбышевской дороги растет. Так, в истекшем 2021 году запущен проект нового маршрута электропоезда местного значения, оказавшего значительное влияние на транспортную доступность для жителей одной из крупнейших городских агломераций страны – Самарско – Тольяттинской, а это почти 2 миллиона горожан, и всей Самарской Губер-

¹ Гянджумян Виолетта Вагаршаковна – студент группы ЭЖД-92, факультет ЭЖД

² Варламов Александр Васильевич – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

нии. Рекреационная перспектива природно-культурно богатого Самарского региона оказывается в выгодном туристическом положении.

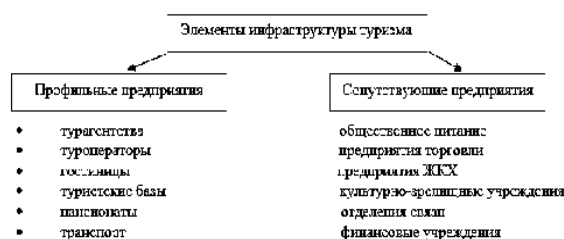


Рис. 2. Инфраструктура современного туризма

Вокруг городского округа Жигулевск – станции назначения маршрута электропоезда, расположен национальный парк всемирного значения ЮНЕСКО и исторические населенные пункты. В некоторых объектах культуры уже ведутся работы по проекту благоустройства. Возможность визита Жигулевских достопримечательностей каждый сезон привлекает тысячи путешественников, что не может не стимулировать экономику и появление новых мест работы непосредственно на местах туристического потока.

Заключение. На текущий период в нашей области присутствуют все ресурсы для развития успешных программ. Задача губернского руководства – изыскать способ привлечь проведение федеральных и международных мероприятий на Самарской земле. Это должна быть системная работа всех министерств и структур. Областное правительство договорилось о сотрудничестве с ООО «РЖД Тур». Эта коллаборация повысит популярность Самарской области, усилит ее позитивный бренд, с помощью которого вырастет узнаваемость нашего региона, качество жизни населения, а значит, и инвестиционной привлекательности региона [5: 159].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Томас Кук. URL:<http://www.peoples.ru/undertake/tourism/cook/index1.html> (дата обращения 27.04.2022)
- 2 Поступление иностранных инвестиций в экономику Хабаровского края. URL: <http://www.fira.khv.ru/aboutregion/ InInvest/>(дата обращения 27.04.2022).
- 3 Голубева И. А. Развитие предпринимательских отношений туристской фирмы с авиаперевозчиками: автореф. ... канд. экон. наук. URL: <http://www.dissovet.ael.ru>.
- 4 Туризм в цифрах. 2007. М. : ИИЦ «Статистика России», 2007. 30 с.
- 5 Российский статистический ежегодник. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994>

ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ УЗЕЛ

В. В. Гянджумян¹, Н. Н. Мазько²

Введение. По-прежнему актуальными остаются вопросы повышения эффективности управления эксплуатационной и коммерческой работой ОАО «РЖД» в рамках оптимизированных бизнес-процессов с помощью автоматизированных инструментов.

В настоящее время на станциях используются отраслевые информационные системы (ИС) и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами хозяйств, участвующих в обеспечении перевозочного процесса. Внедрение и эксплуатация информационных технологий (ИТ) выявляют недостаточный уровень интеграции используемых ИС в части непрерывности технологических операций и различных технологических процессов, необходимость обеспечения системного взаимодействия всех подразделений, обеспечивающих перевозочный процесс на станции от прибытия до отправления поезда. Соответственно, результативность и эффективность проектов с использованием ИТ в части достижения целевых показателей полностью зависит от четкого выполнения технологических

¹ Гянджумян Виолетта Вагаршаковна – студент группы ЭЖД-92, факультет ЭЖД

² Мазько Наталья Николаевна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

операций и соблюдения технологической дисциплины всеми участниками перевозочного процесса на станции [1: 16].

Основная часть. Задачами в процессе реализации проекта ЦЖУ являются:

- создание сквозных информационных технологий с максимальной цифровизацией выполнения полного цикла технологических операций по обработке поездов и вагонов, обеспечению тяговых ресурсов и содержанию инфраструктуры;
- внедрение малолюдных технологий, автоматическое управление устройствами железнодорожной автоматики и локомотивами;
- автоматизация и роботизация технологических операций и процессов;
- формирование достоверной аналитической, отчетной и учетной информации о работе ЦЖУ на основе автоматически формируемых в режиме реального времени данных;
- переход на электронный документооборот и безбумажные технологии работы с использованием мобильных технических средств;
- повышение качества планирования работы ЦЖУ путем реализации комплексных интеллектуальных систем планирования работы, основанных на принципе самообучающегося искусственного интеллекта;
- повышение уровня безопасности движения и производства работы персонала за счет возможности непрерывного контроля в режиме «он-лайн»;
- оснащение персонала средствами контроля местоположения и ведение единой модели расположения всех работников, находящихся в опасных зонах;
- покрытие станционных парков устройствами контроля, обеспечивающими возможность ведения достоверной цифровой модели станции;
- непрерывный мониторинг состояния всех технических средств, устройств, механизмов, подвижных единиц и работников, и другие задачи [2: 3].

Ядром ЖУ является цифровая платформа, обеспечивающая интеграцию и двухсторонний обмен данными со смежными существующими и будущими информационными системами. Платформа реализует необходимые интерфейсы обмена данными, базы данных и управление базами данных, интеллектуальные барьерные функции для обеспечения соблюдения параметров безопасности движения. Платформа ЦЖУ обеспечивает интеграцию и информационное взаимодействие используемых отраслевых ИС для реализации сквозных информационных технологий эксплуатационной работы узла, а также обмен данными с «Интеллектуальной Системой Управления Железнодорожным Транспортом» (ИСУЖТ) и автоматизированными системами предприятий, с которыми имеется технологическое взаимодействие в перевозочном процессе [3: 146].

В состав ЦЖУ входят подпроекты (рис.): «Цифровой двойник станции», «Цифровое локомотивное депо», «Цифровое вагонное депо», «Цифровая модель инфраструктуры», «Умный» вагон, «Умный» локомотив и действующие ИС, обеспечивающие автоматизацию технологических процессов подразделений узла.

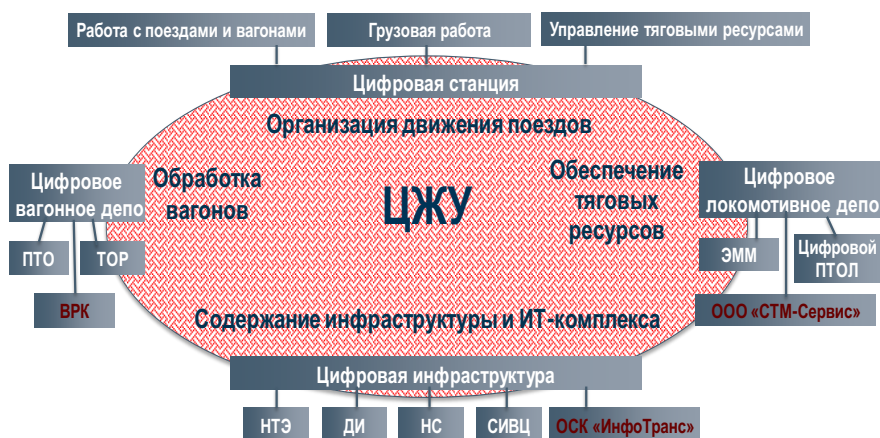


Рис. Состав цифрового железнодорожного узла

Заключение. Реализация связи технологий по проекту ЦЖУ с использованием ключевых цифровых технологий, внедрением комплекса технических средств, автоматизацией технологических процессов, повышением уровня автоматического формирования первичных данных и переходом на безбумажные технологии позволит получить три вида эффектов: технологический, технический и экономический [4: 115].

Кроме прямого эффекта, будет получен дополнительный эффект за счет снижения количества фактов нарушения сроков доставки груза и штрафных санкций, предъявляемых грузополучателями.

Риски практически отсутствуют, так как применяемые технологии не оказывают негативного воздействия на процессы, а только способствуют оптимизации по всем целевым показателям работы станции [5: 22].

Реализация проекта позволит создать полнофункциональный цифровой двойник объектов и процессов железнодорожного узла в составе станции, локомотивного депо и инфраструктуры, тем самым создать реальные предпосылки по переходу к реализации цифрового двойника железной дороги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Грачев А. А., Грошев Г. М., Шутов И. Н. Стратегия цифровой трансформации как условие повышения эффективности перевозочного процесса // Инновационное развитие науки и техники : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 июля 2020 года. Саратов: НОО «Цифровая наука», 2020. С. 16-27.
- 2 Вохмянин В. Э. ЦСС: этапы цифровой трансформации // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 5. С. 2-7.
- 3 Калущин А. А., Солдаткин В. И., Фокеев А. Б. К вопросу о создании «цифровой» железнодорожной станции // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 146-147.
- 4 Мизгирева Е. Е. Направления цифровизации узловых транспортных процессов на примере Краснодарского транспортного узла // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. 2020. № 1 (2). С. 113-119.
- 5 Бородин А. Ф. Автоматизация решения задач развития и использования железнодорожной инфраструктуры и перевозочных ресурсов в Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019) : труды Восьмой научно-технической конференции, Москва, 21 ноября 2019 года. Москва : АО «НИИЖТ», 2019. С. 22-26.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

М. А. Захарова¹, В. И. Варгунин²

Введение. Общее определение термина «безопасность» обычно понимается как состояние защищенности от опасности, риска или травм, или маловероятности их возникновения. Другими словами, безопасность – это состояние, в котором опасности и условия, ведущие к физическому, психологическому или материальному ущербу, контролируются с целью сохранения здоровья и благополучия отдельных людей и общества.

Основная часть. 1. Определение безопасности на транспорте в целом

Функциональная безопасность – это концепция, применяемая во всех отраслях промышленности. Она является основополагающей для обеспечения возможности применения сложных технологий, используемых для систем, связанных с безопасностью.

Транспортная безопасность может быть определена несколькими способами, включая официальное определение безопасности Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Организации здравоохранения (ВОЗ) – «свобода от неприемлемого риска причинения вреда».

¹Захарова Мария Андреевна – студент группы ТБб-01, факультет ЭЖД

²Варгунин Владимир Иванович – к.т.н., профессор, профессор кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

2. Безопасность на море

Безопасность на море – это, безусловно, первое, о чем должен помнить моряк перед началом плавания.

Безопасность превыше всего – вот лозунг, который украшает палубу большинства торговых судов по всему миру [1: 106–108].

3. Определение безопасности мореплавания.

Судоходство – это, пожалуй, самая интернациональная из всех великих отраслей промышленности мира – и одна из самых опасных. Всегда признавалось, что лучшим способом повышения безопасности на море является разработка международных правил, которым следуют все судоходные страны.

Комитет по безопасности на море является старшим техническим органом ММО по вопросам, связанным с безопасностью. В своей работе он опирается на ряд подкомитетов:

1. Перевозка грузов и контейнеров (ССС).
2. Человеческий фактор, подготовка кадров и несение вахты (НТВ).
3. Выполнение документов ММО (И).
4. Навигация, радиосвязь и поиск и спасание (НКСП).
5. Предотвращение загрязнения и реагирование на него (ППР).
6. Проектирование и строительство судов (SDC).
7. Судовые системы и оборудование (SSE).



Рис. 1. Четыре основных компонента безопасности на море

4. Определение навигационной безопасности.

Навигация является основным элементом сложной системы безопасности на море, связанной с человеческим фактором. Воздействие, как на элементы системы, так и на сам процесс навигации оказывают такие факторы, как:

- тип, назначение и задачи судна,
- военно-морские характеристики судна, его маневренность и технические данные,
- экологические условия водоема, в котором эксплуатируется судно,
- количество членов экипажа и их квалификация [2: 8].

Существует множество факторов, влияющих на уровень безопасности мореплавания, среди которых можно выделить три системы:

- укомплектованность мостика (навигационные процессы),
- морская среда (уровень волнения),
- технические и правовые аспекты, связанные с процессом навигации.

Состояние безопасности морского судоходства можно представить, как функцию, зависящую от многих технических параметров судов, состояния окружающей среды и инфраструктуры района плавания и уровня квалификации судоводителей:

$$B_N = f(P_N, W_N, M_S, I_R, S_i, N_S, K_Z, S_A, S_P, Z_N, G_S), \quad (1)$$

где P_N – уровень ведения навигационных процессов, w_n – состояние судового оборудования,
 M_S – параметры маневренных характеристик судна,
 i_r – уровень навигационной инфраструктуры,
 S_I – тип информационной системы о морской среде,
 N_S – уровень навигационно-информационного обслуживания,

K_Z – компетенции и квалификация экипажа судна,
 S_A – способность судов подавать сигналы вызова помощи,
 S_P – способность оказывать помощь,
 Z_N – способность оказывать помощь судам, терпящим бедствие,
 G_S – состояние географической среды.

Оценка навигационной безопасности может быть выполнена с помощью показателя P_i , рассчитанного на основе этих факторов:

$$p_i = f (a_i, s_i, n_i, h_i, m_i, l_i, r_i, f_i), \quad (2)$$

где P_I – показатель оценки безопасности навигации,
 A_I – параметры морского района,
 S_I – параметры судна,
 N_I – параметры систем позиционирования,
 H_I – гидрометеорологические параметры,
 M_I – параметры маневра,
 L_I – параметры плотности движения,
 R_I – параметры системы управления движением,
 F_I – человеческий фактор.

Показатель безопасности судоходства p_i может быть выражен с помощью показателя вероятности аварии (отказа) P_A :

$$P_i = (1 - P_A). \quad (3)$$

Маневрирование судна, плавающего в море, связано с риском аварии. Навигационная безопасность судна определяется приемлемым риском, который может быть описан как:

$$R_{acc} = P_A \cdot C_{min}, \quad (4)$$

где R_{ACC} – приемлемый риск,
 P_A – индикатор аварии (отказа),
 C_{MIN} – приемлемый уровень потерь.

С точки зрения инженерии морского движения, построение модели навигационного риска на морских водных путях требует определения основных параметров оценки безопасности судоходства, таких как:

- ширина зоны безопасного маневрирования,
- навигационная надежность судна на водном пути,
- техническая надежность судна,
- кинетическая энергия удара судна о причал,
- кинетическая энергия контакта судна с морским дном,
- кинетическая энергия столкновения двух судов [3: 8].

5. Анализ рисков и управление рисками на морском транспорте.



Рис. 2. Взаимосвязь между оценкой риска и системой управления безопасностью [4: 28].

Пятиуровневая процедура управления рисками на основе методологии FSA (функционально-стоимостной анализ), рекомендованная ИМО, включает:

- идентификацию опасностей (перечень всех соответствующих сценариев аварий с потенциальными причинами и последствиями),
- оценка рисков (оценка факторов риска),

- варианты контроля рисков (разработка нормативных мер по контролю и снижению выявленных рисков),
- оценка экономической эффективности (определение экономической эффективности каждого варианта контроля рисков),
- рекомендации для принятия решений (предоставляется информация об опасностях, связанных с ними рисках и экономической эффективности альтернативных вариантов контроля рисков) [5: 9].

Вывод. Безопасность на транспорте может быть определена различными способами. В данной статье представлены определения безопасности мореплавания, безопасности на море, навигационной безопасности и безопасности в целом. В ней рассматривается развитие ответных мер на ряд аспектов безопасности на море, а также извлекаются уроки на будущее. В прошлом многие вопросы безопасности судоходства решались законодательно. И, похоже, это хороший способ.

Рассмотрение вопросов, связанных с безопасностью мореплавания, должно включать изучение судоходства по следующим направлениям: усталость моряков, стресс, здоровье, осознание ситуации, работа в команде, принятие решений, коммуникация, обмен информацией, технологическое развитие, цифровизация, автоматизация и, прежде всего, культура безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Арктический совет, 2009: Оценка арктического морского судоходства. 2009 Отчет, ПАМЕ, Боргир, Нордурслод-600. Исландия: Акюрейри, 2009. 127 с.
- 2 Гучма С. Морские паромные терминалы - проектирование и эксплуатация с точки зрения инженерии морского движения). URL: [https://Morskie terminale promowe-projektowanie i eksploatacja w ucęciu inżynierii guchu morskiego](https://Morskie_terminale_promowe-projektowanie_i_eksploatacja_w_ucęciu_inżynierii_guchu_morskiego). Monografia pod redakcją Stanisława Guchmy (Дата обращения: 15.04.2022 г.)
- 3 Руководство IALA - G1124. Использование инструмента оценки безопасности портов и водных путей (PAWSA) МК II. Международная ассоциация органов управления морскими средствами навигации и маяками, Сен-Жермен-ан-Лайе, Франция, июнь 2017. 2017. 115 с.
- 4 Кодекс морской безопасности порта МСА. Агентство морской и береговой охраны. Министерство транспорта. Ноябрь 2016. 2016. 171 с.
- 5 Министерство окружающей среды Норвегии, 2006: Целостный план управления морской средой в Баренцевом море и водах за пределами Лофотенских островов, Правительственная белая книга № 8 (2005-2006), Осло, Норвегия. URL: [https://Plan upravleniya i razvitiya](https://Plan_upravljeniya_i_razvitiya). (Дата обращения: 20.04.2022 г.)

АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ И ЕЕ ПЕРЕХОД НА УРОВЕНЬ АВТОМАТИЗАЦИИ

Н. А. Зорин¹, А. В. Эрлих²

Ведение. Использование компьютеров для повышения эффективности перевозочного процесса на железной дороге началось еще в конце 1950-х годов. В связи с тем, что вычислительные мощности первых ЭВМ того времени были очень слабые, автоматизация процессов шла не равномерно, и затянулась на десятилетия [1: 3].

Основная часть. Как следствие, в технологии автоматизированного управления возникли «белые пятна» и разрывы. Часть технологии вообще не была автоматизирована по причине технических ограничений того времени, и даже сейчас остается на ручном управлении.

Для понимания полного состава технологии, поиска пропущенных модулей и процессов необходимо провести анализ смены поколений технологий с тем, чтобы выявить узкие места каждой технологии и то, как они были (или не были) устранены в дальнейшем.

Выделим четыре поколения технологий управления сортировочными станциями:

¹ Зорин Никита Сергеевич – студент группы ЭЖД-92, факультет ЭЖД

² Эрлих Антон Владимирович – доцент кафедры ТГКРСУ

- неавтоматизированная технология работы станций, на основании бумажных документов и отчетных форм, 1935–1960 гг.;
- полуавтоматизированная технология работы станции, на основании передачи сообщений в АСОУП, 1960–1995 гг.;
- автоматизированная технология с использованием систем АСУ СТ 1995–2019 гг.;
- цифровая технология работы станций, 2020–2035 гг.

На первом этапе вся информация о перевозочном процессе существовала либо в устном, либо в письменном виде, в виде документов, заполняемых «от руки» на бланке. Так как не существовало никаких инструментов копирования и размножения документов, то создание копии документа (например, чтобы передать список вагонов, которые нужно осмотреть) производилось путем полного переписывания. В течение года 60 миллионов сортировочных листков, листков накопления и натуральных листов заполнялись от руки. Вручную обрабатывалось около 300 миллионов перевозочных документов. За одни сутки работники технологических контор записывали в различные документы до 20 миллионов знаков.

Ручное заполнение документов приводило к огромным задержкам информации. Пока данные переписут из одного документа в другой, пока передадут диспетчеру, пока он их прочитает и сравнит с предыдущими данными – все это создавало задержки в продвижении поездопотока. Особенно сильно задержки информации влияли на процесс планирования станции. Было подсчитано, что для обработки информации только для планирования поездообразования станции на 6 часов, нужно произвести 50 000 арифметических операций. По времени это работа десяти человек в течение 14 часов, то есть к моменту окончания расчета план уже терял актуальность.

Поэтому для автоматизации планирования стали применять ЭВМ. Но для этого нужно было каким-то образом, из ручных документов собрать в ЭВМ массивы данных. Так появились первые информационные сообщения, и произошел переход к частично автоматизированной технологии работы станций, когда бумажные документы дополнялись передачей сообщений [2: 57].

Сообщения позволили соединить работников станций между собой, а станции увязать в единый с точки зрения информации, перевозочный процесс. Возникли поездные, вагонные и локомотивные модели. Однако вычислительных мощностей ЭВМ было недостаточно чтобы реализовать планирующие и управляющие функции. Произошел перекосяк в сторону информационных и справочных функций.

Следующий качественный скачок технологии произошел с появлением компьютеров, современных операционных систем и протоколов связи.

Взросшие мощности позволили отказаться от ведения бумажных документов, и работать непосредственно в системах управления станциями (АСУ СТ). Сообщения тоже не нужно было набирать вручную. Достаточно было в удобном графическом пользовательском интерфейсе ввести минимально необходимый набор данных (все остальные поля подкачивались из базы данных), и нажать кнопку «сохранить». Проверка данных, запись в модели, формирование и передача сообщений в смежные системы – все стало происходить автоматически.

Устранение непроизводительного ручного ввода привело к значительному сокращению персонала станционных технологических контор. Более точная и достоверная информационная модель позволила организовать взаимодействие с новым поколением устройств, построенных на микропроцессорной базе (КСАУ СП, МАЛС, КЛУБ, САИД, устройства диагностики технического состояния) и перейти к малолюдным технологиям. Если в 1980 году списочный состав МПС составлял 3,9 миллиона человек, то к 2021 году численность сотрудников снизилась до 700 тысяч человек, а многие технологические операции стали менее трудоемкими и не такими травмоопасными [3].

Заключение. В настоящее время, в условиях возрастающих объемов перевозок, перехода от общего парка вагонов к частному, возникла потребность к очередному изменению технологии, с использованием современных цифровых и роботизированных инструментов [4: 43].

Цифровая станция обеспечит комплексную автоматизацию контроля технологических операций работы станции в реальном времени на основе интеграции систем низовой автоматики и систем информационно-планирующего уровня, исключения ручного ввода информации по

операциям, связанным с перемещением подвижных единиц в пределах станции, а также о других технологических операциях, где это возможно, оперативно-диспетчерским или эксплуатационным персоналом через автоматизированные рабочие места [5: 8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Осипов В. Т. Применение ЭВМ на железных дорогах. М. : Наука, 1984. 264 с.
- 2 Балашов Е. П., Частиков А. П. Эволюция вычислительных систем. М. : Знание, 1981.
- 3 Управление численностью персонала. URL: <https://ar2020.rzd.ru/ru/sustainable-development/hr-management> (дата обращения 15.04.2022).
- 4 Кагадий К. Н. Повышение функциональной надежности грузовой станции по обслуживанию путей необщего пользования: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2018.
- 5 Хатламаджиян А. Е., Лебедев А. И. Интегрированный пост автоматизированного приёма и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. № 2. С. 9-13.

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ И ОТПРАВЛЕНИЮ МЕЛКИХ ПАРТИЙ ГРУЗОВ С ГРУЗОВЫХ ДВОРОВ КБШ ЖД

Э. Д. Козлова¹, Н. Х. Варламова²

Введение. Железнодорожный транспорт – это второй вид транспорта по популярности после автомобильного, и доставка грузов им обладает многими преимуществами.

Доставка сборного груза по железной дороге осуществляется в короткий срок и не требует больших затрат. Очень выгодно, что небольшая партия груза перевозится быстро и дешево. Таким образом, спрос на такие перевозки в последнее время возрастает.

Основная часть. Новые решения в конструировании вагонов необходимы для развития технологии перевозок сборных грузов по железной дороге. Это требуется для увеличения грузовой базы сборных грузов, а также для соответствия ожиданиям клиентов. Повышение клиентоориентированности является неотъемлемой частью, поэтому необходима разработка дополнительных опций и инноваций в оборудовании внутреннего пространства нового вагона.

Сравнение клиентской базы железнодорожного и автомобильного транспорта, показывает ее уменьшение на железной дороге, также наблюдался отток паллетизированных грузов [1: 14, 5: 95].

Чтобы обеспечить возврат перевозок сборных грузов на железнодорожный транспорт с автомобильного, компания ОАО «РЖД» подняла вопрос о создании специальных вагонов-паллетовозов. Объем кузова такого вагона увеличен за счет оборудования его раздвижными стенками. Использование паллетовоза выгодно при перевозке мелких партий сборных грузов.

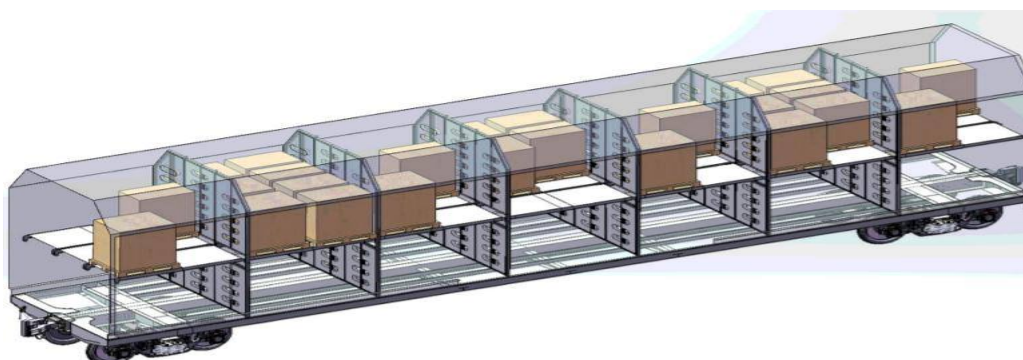


Рис. 1. Общий вид внутреннего пространства вагона-паллетовоза

¹ Козлова Элла Дмитриевна -- студент группы ЭЖД-73, факультет ЭЖД

² Варламова Нелли Хасановна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Проект «Паллетный экспресс РЖД» – это мультимодальные перевозки грузов на паллетах на интенсивных маршрутах различной дальности. Как считает компания ОАО «РЖД», двухэтажный вагон, который предусмотрен для перевозки паллетизированных грузов, должен иметь ряд инновационных решений в своей конструкции, таких как: кузов и двери, изготовленные из алюминиевых сплавов, использование поглощающих аппаратов, мощность которых увеличена, оптимизированную геометрию несущих элементов конструкции [6].

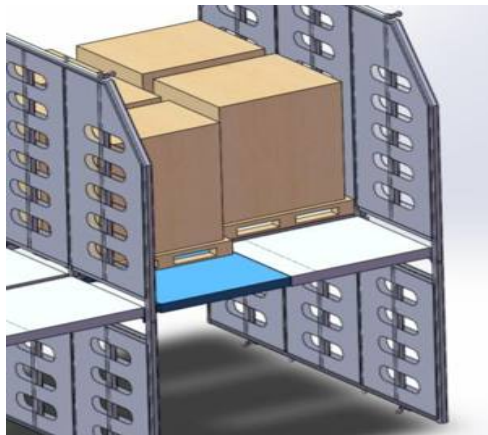


Рис. 2. Размещение полок телескопической конструкции

Вагоностроители сейчас разрабатывают возможные конструкции специального вагона, характеристики которого улучшены для механизированной погрузки и выгрузки.

Преимуществами этого вагона являются увеличенная вместимость и минимальный удельный вес тары вагона, скорость движения, особенности конструкции вагона должны увеличивать скорость погрузки и выгрузки. Для уменьшения стоимости срока функционирования вагона и издержек комплексной транспортной услуги вагон должен иметь увеличенный межремонтный интервал, а также детали и узлы, надежность которых повышена, иметь датчики динамического контроля состояния в соответствии с концепцией умного вагона. Кроме того, сейчас изучается возможность выполнения данного решения в формате специализированного контейнера [2: 12].

По принципу «от двери до двери» подразумевается образование комплексного транспортного продукта для клиентов. Он предусматривает короткое время доставки, оптимальную цену и оказание услуг первой мили.

На железнодорожном транспорте использование паллетных перевозок позволит перевозить широкую номенклатуру грузов в контейнерах на паллетах и в крытых вагонах. Главными преимуществами новой технологии будут являться объединение партий грузов, механизированная погрузка и выгрузка, а также образование логистического сервиса [4].

Вывод. Использованием проекта «Паллетный экспресс» предусматривается перенести на железнодорожный транспорт около 15 процентов паллетизированного грузопотока. Сейчас рынок сборных грузов магистральных автомобильных перевозок оценивается в 740 миллиардов рублей в год. Все это можно перевести на железнодорожный транспорт для разнообразия грузовой базы [3, 5: 95].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом. Сборник книга 1. М. : Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 712 с.
- 2 Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. М. : Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 544 с.
- 3 Сайт ежедневной федеральной транспортной газеты «Гудок». URL: <https://www.gudok.ru>
- 4 Бороненко Ю. П., Покровская О. Д., Титова Т. С., Цыганская Л. В., Бейн Д. Г., Кондратенко С. В. Анализ технических решений вагона-паллетовоза // Известия Петербургского университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2021. Т. 18. Вып. 1. С. 95–120.
- 5 Семиков Д. С. Проект трехъярусного паллетного вагона для перевозки сборных грузов [Электронный ресурс]. URL: <http://мояколея1520.пф>

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А. М. Ломакина¹, С. Н. Шишкина²

Введение. Важность транспорта в современном мире отражена его включением в 2008 году в Европейские сектора критической инфраструктуры (ЕС 2008), в соответствии с которым Европейский Совет определил четыре подотрасли: автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, воздушный транспорт и водный транспорт. Автомобильный транспорт в настоящее время играет незаменимую роль в европейской транспортной сети. Этот факт подтверждается значительно более высокими темпами автомобилизации и ростом плотности сети автомагистралей в 2006–2016 годах, который имел место практически во всех европейских странах. Еще одним статистическим показателем, свидетельствующим о все более важной роли автомобильного транспорта, является продолжающийся рост каботажных автомобильных перевозок по всей Европе в 2013–2017 годах [1: 5].

Основой функционирующей транспортной системы является высококачественная и высоконадежная инфраструктура. Эта транспортная инфраструктура включает в себя элементы настолько важные, что их отказ может привести к транспортному коллапсу. Эти элементы называются критическими, и их важность в системе транспортной инфраструктуры может быть определена по уровню их воздействия на зависимые элементы. Критические элементы требуют большего внимания, что означает, что они должны быть выявлены на ранней стадии и проанализированы уровни их устойчивости, впоследствии могут быть приняты адекватные меры безопасности для усиления их защиты.

Текущие исследования и публикации, посвященные выявлению важнейших элементов в автомобильном транспорте, можно разделить на две группы. Первая группа представляет собой универсальные методы, применимые ко всем видам транспорта, а именно автомобильному, железнодорожному, воздушному, морскому. Вторая группа включает конкретные методы, которые ориентированы исключительно на автомобильный транспорт. Эта группа чаще всего определяет критические звенья или узлы в дорожной сети. Для выявления этих критических элементов чаще всего рекомендуется использовать метод полного сканирования сети. Этот метод основан на систематическом анализе влияния на доступность участков сети в случае их закрытия. Однако в случаях очень крупных дорожных сетей это требует сложных и длительных математических расчетов. По этой причине подход полного сканирования сети в некоторых случаях может показаться непрактичным.

В настоящее время не существует конкретного метода идентификации критических элементов всех линейных, точечных и площадных топологических структур. Одной из основных, очевидных причин является невозможность оценить корреляцию между элементами с разной топологией. Также очевидно, что ни один из конкретных методов не позволяет системно оценить интенсивность распространяющегося воздействия. Когда критичность элементов, их значимость и связи с зависимыми элементами оцениваются в рамках оценки территориальной единицы, анализ распространяющегося воздействия может помочь привлечь внимание к их значимости и связям с этими зависимыми элементами.

Потенциальное решение может быть найдено при внедрении результатов каскадной оценки воздействия. Основываясь на вышесказанном, в статье представлен метод определения критических элементов дорожной инфраструктуры (ICERI), который подходит для ICERI с использованием каскадной оценки воздействия (CIA). Использование CIA позволяет идентифицировать критические элементы с помощью анализа распространения воздействия. Эти воздействия можно отслеживать не только в подсекторе автомобильного транспорта, но и во всей системе критически важной инфраструктуры.

¹ Ломакина А.М. – студент группы ТБб-01, факультет ЭЖД

² Шишкина Светлана Николаевна – ст. преподаватель кафедры ТГКРСУ

Основная часть. 1 Элементы инфраструктуры автомобильного транспорта

Дорожная инфраструктура состоит в основном из дорог различного класса (автомагистрали, скоростные автомагистрали, дороги, местные дороги). Согласно Постановлению Комиссии, другими элементами дорожной инфраструктуры являются земля, дорожные сооружения (борозды, насыпи, дренажное оборудование), гражданское строительство (мосты, подземные переходы, путепроводы, туннели, защитные сооружения от лавин и падающих камней, снежные барьеры), железнодорожные переезды, дорожные знаки и сигнализация, телекоммуникации оборудование и осветительное оборудование [2: 2].

В зависимости от их важности некоторые элементы обозначаются как элементы критической инфраструктуры и могут быть классифицированы на европейском или национальном уровнях. Порядок обозначения элементов критической инфраструктуры в Европе определяется Директивой Совета. Элементы, которые могут быть классифицированы как таковые, подразделяются на два подсектора: энергетика и транспорт. Однако определение национальных элементов критической инфраструктуры зависит от конкретной страны. Установленные критерии, которым должны соответствовать элементы, чтобы быть отнесенными к элементам национальной критической инфраструктуры, часто сильно различаются в разных странах, что приводит к неоднозначной классификации. Некоторые государства также часто нелогично присваивают вышеупомянутые критерии.

Уровень значимости элемента в системе критической инфраструктуры также может не учитываться надлежащим образом при его определении. На практике в соответствии с конкретными критериями возникают ситуации, когда ни один элемент или только несколько элементов не могут быть идентифицированы как элементы критической инфраструктуры.

2 Распространение и оценка каскадных воздействий в системе критической инфраструктуры.

Ядром воздействий, которые распространяются через систему критической инфраструктуры, являются сбои, возникающие в результате неблагоприятного воздействия рисков безопасности (т.е. причины сбоев или отказа элементов критической инфраструктуры). Эти риски могут носить внешний или внутренний характер. Затем воздействие может непосредственно повлиять на общество (прямое воздействие), распространиться на критически важную инфраструктуру и создать дополнительные сбои, которые будут иметь дополнительные последствия (каскадные воздействия). В результате каскадные воздействия могут воздействовать на один элемент одновременно (синергетические эффекты).

Тщательное определение критических элементов позволяет соответствующим образом оценить их устойчивость. Слабые места могут быть выявлены и ретроактивно усилены. Однако в настоящее время не существует подходящего метода для комплексной идентификации элементов всех линейных, точечных и площадных топологических структур. По этой причине авторы статьи предлагают метод ICERI, который был создан специально для выявления критических элементов дорожной инфраструктуры.

Этот метод анализирует распространение воздействий потенциально разрушенных элементов дорожной инфраструктуры на зависимые и подверженные влиянию элементы в системе критической инфраструктуры – как внутри, так и за пределами подсектора автомобильного транспорта. Этот анализ основан на постепенной оценке проницаемости воздействий между теми элементами, зависимость или влияние которых были выявлены. Затем для этих элементов оценивается риск распространения каскадных воздействий на основе интенсивности их связей и уровня устойчивости отдельных элементов. Эта оценка выполняется с макроскопической точки зрения, т.е. исследуются целые компоненты системы, независимо от их детальной структуры.

3. Структура метода ICERI

ICERI с использованием CIA – это относительно сложный процесс, который требует четко определенных рамок. Эта структура состоит из четырех основных областей: элементы дорожной инфраструктуры, угрозы элементам дорожной инфраструктуры, зависимые и подверженные влиянию критические элементы инфраструктуры, методология.

Основные области определения критических элементов находятся в самих элементах дорожной инфраструктуры. Их можно разделить на три основные группы в соответствии с

их топологической структурой: линейные элементы (например, автомагистрали и дороги), точечные элементы (например, мосты и туннели), элементы местности (например, автобусные станции). Критичность этих элементов может быть оценена не только в подсекторе автомобильного транспорта, но и в других соответствующих подсекторах критической инфраструктуры (например, железнодорожный транспорт, интегрированная система аварийно-спасательных работ, электроснабжение).

Оценка каскадных воздействий может быть проведена только в отношении конкретных угроз, которые могут привести к нарушению или выходу из строя элементов дорожной инфраструктуры. С этой целью были определены восемь основных групп угроз на основе типологии опасных событий, которая используется в крупномасштабных базах данных событий. Из этих событий были отобраны только те угрозы, в которых основное внимание уделялось в первую очередь инфраструктуре [3: 15].

Как и при классификации угроз, влияющих на элементы дорожной инфраструктуры, необходимо также классифицировать элементы критической инфраструктуры, зависящие от элементов дорожной инфраструктуры или затрагиваемые ими. Первая группа включает зависимые элементы, которые не могут функционировать без элементов дорожной инфраструктуры. Эти элементы встречаются не только в транспортном секторе (например, зависимость автомагистрали от автомобильного моста или туннеля), но и в других секторах критически важной инфраструктуры (например, зависимость комплексной системы спасения от дорожной инфраструктуры). Вторая группа включает элементы, на функционирование которых может повлиять нарушение работы или отказ элементов автомобильного транспорта. Опять же, эти элементы возникают не только в транспортном секторе (например, последствия сбоев на автомагистралях для окружающих дорог), но и в других секторах критически важной инфраструктуры (например, последствия сбоев на дорогах для служб здравоохранения или электроснабжения).

Наиболее важной частью структуры метода ICERI является методология, формирующая отправную точку для предложения процедуры применения этого метода. Методология включает в себя три важные группы методов, которые являются:

- методы, подходящие для идентификации зависимых и подверженных влиянию элементов, такие как анализ дерева событий или анализ дерева неисправностей,
- оценка Устойчивости Критически Важных Элементов Инфраструктуры (ОУКВЭИ) методы, такие как комплексный подход к оценке критических элементов инфраструктуры или руководства по оценке устойчивости критической инфраструктуры,
- методы выявления и оценки интенсивности связей.

4. Процедура применения метода ICERI

Вышеупомянутая структура позволяет определить процедуру для ICERI. Структура этой процедуры основана не только на общих методах, но и на конкретных методах, которые оценивают критические элементы в аналогичных областях. На основе этих справочных материалов была разработана процедура применения метода ICERI, состоящая из восьми последовательных шагов.

Отправной точкой в ICERI является определение границ оцениваемой территории (Шаг 1). Выбор территории не является, однако, ограниченным чем-либо, рекомендуется выбирать меньшие территориальные единицы из-за нехватки времени. Если оценивается более крупная территориальная единица, рекомендуется разделить ее на несколько более мелких частей. В этом случае наличие связей между элементами отдельных частей также должно быть проверено в рамках процедуры оценки.

За этим следует выбор инициаторов дорожной инфраструктуры (Шаг 2), расположенных на данной территории. Они оцениваются с учетом конкретной, прогнозируемой угрозы. Иницирующие элементы - это элементы дорожной инфраструктуры, которые впоследствии оцениваются на предмет риска распространения каскадных эффектов, когда элемент разрушается или выходит из строя. Элементы с наивысшим уровнем риска затем обозначаются как критические элементы. Эти элементы могут быть выбраны либо в соответствии с документацией соответствующих органов или с помощью соответствующих методов, таких как Сильные и слабые стороны, Возможности и угрозы Метод SWOT-анализа. Этот метод рекомендуется и может быть

использован для выявления слабых мест в элементах и любых внешних угроз. Главным образом, следует оценить наиболее приоритетные элементы стратегии “избегать”.

Следующим шагом в применении метода ICERI является выбор элементов, которые зависят от иницирующих элементов, и любых элементов, на которые может повлиять их нарушение или отказ (Шаг 3). Отбор элементов проводится в два этапа. На первом этапе по усмотрению оценщика выбираются представляющие интерес сектора и подсекторы критической инфраструктуры (например, электроснабжение, медицинские учреждения или интегрированная система спасения). На втором этапе выбираются зависимые или находящиеся под влиянием критические элементы инфраструктуры в этих секторах и подсекторах. Выбор этих элементов основан на выявлении связей между этими элементами и иницирующими элементами с акцентом на зависимость и влияние. Для этой цели могут быть использованы методы, подходящие для идентификации и оценки интенсивности связей.

После выбора иницирующих, зависимых и влияющих элементов может быть создана структурная карта каскадных воздействий (Шаг 4). Для этой цели подходит метод анализа дерева событий. Этот метод используется для анализа событий, которые могут привести к потенциальной аварии. При оценке оценщик выдвигает гипотезу “что, если” и таким образом ищет события, которые потенциально могут возникнуть после события инициации. На этом этапе оценки может быть составлена структурная карта распределения каскадных эффектов между элементами, а затем определена количественно.

Для тех элементов, между которыми была выявлена связь, впоследствии определяется интенсивность этой связи (шаг 5). Интенсивность связи определяется не только между иницирующим элементом и его зависимыми элементами в секторе автомобильного транспорта, но и между зависимыми элементами. Интенсивность связи измеряется в соответствии со следующими критериями: тип связи, состояние связи, уровень связи, замена связи, временной характер связи, структура связи. Значения баллов по каждому критерию (т.е. 1 – критерий с связью низкого уровня, 2 - критерий со связью среднего уровня, 3 – критерий со связью высокого уровня) были установлены с использованием метода парного сравнения [4: 43].

Критерии, определяющие интенсивность связи, различаются по своей значимости при оценке. По этой причине для этих критериев были определены нормализованные веса. Нормализованные веса были определены с использованием метода парного сравнения.

На следующем этапе процедуры определяется уровень устойчивости оцениваемых элементов (Шаг 6). Для этого рекомендуется использовать метод CIERA, поскольку он позволяет всесторонне оценить техническую и организационную устойчивость элементов и выявить их слабые стороны с целью повышения их устойчивости. Переменные для оценки устойчивости можно разделить на три группы в соответствии с компонентами, определяющими устойчивость: надежность, восстанавливаемость и адаптивность.

На основе оценки интенсивности связи и уровней устойчивости элементов затем может быть определен уровень риска распространения каскадных воздействий (Шаг 7). Этот риск всегда оценивается отдельно по каждой паре элементов. Отправной точкой оценки является общая взаимосвязь, в которой риск выражается комбинацией вероятности наступления нежелательного события и уровня его воздействия. Вероятность возникновения каскадных воздействий, в данном случае, определяется связью в плотности IL. Уровень каскадного воздействия определяется устойчивостью оцениваемых элементов RE. Более высокая устойчивость означает, что неблагоприятные воздействия сведены к минимуму, поскольку уязвимость этих элементов, которая способствует распространению каскадных воздействий, также сведена к минимуму. Исходя из вышеизложенного, уравнение (3) было выведено для расчета риска распространения каскадного воздействия при разрушении или выходе из строя элементов дорожной инфраструктуры:

$$R = \sqrt[3]{V_{IE} \cdot V_{DE} \cdot IL} = \sqrt[3]{(1 - RE_{IE}) \cdot (1 - RE_{DE}) \cdot IL}, \quad (1)$$

где R – уровень риска распространения каскадного воздействия [%]; V_{IE} – уязвимость влияющего элемента [%]; V_{DE} – уязвимость зависимого элемента [%]; RE_{IE} – уровень устойчи-

вости воздействующих элементов [%]; RE_{DE} – уровень устойчивости зависимого элемента [%]; IL – интенсивность связи между влияющими и зависимыми элементами.

Заключительным шагом в применении метода ICERI является определение критических элементов дорожной инфраструктуры (Шаг 8). Это делается с использованием результатов оценки уровня риска каскадных эффектов, распространяющихся между элементами. Эти значения включаются в структурную карту, а затем сравниваются с эталонными значениями, чтобы классифицировать уровень распространения каскадных воздействий. Классификация уровней каскадного воздействия и эталонных значений философски основана на анализе режима отказа, последствий и критичности. Этот метод использует несколько переменных для определения уровня риска и основан на изменениях экстремальных значений при оценке состояний.

Окончательная идентификация критических элементов дорожной инфраструктуры достигается с использованием эталонных значений для классификации уровня распространения каскадных воздействий. Элементы, демонстрирующие критический уровень риска (т. е. Категорию I) между собой, впоследствии обозначаются как критические. В этих элементах должны быть выявлены слабые места, и затем должны быть приняты надлежащие меры безопасности, чтобы снизить интенсивность связи и повысить устойчивость. Следует также уделять внимание элементам, демонстрирующим высокий уровень риска (т. е. Категория II) между собой. Во всех других элементах значительного распространения каскадных воздействий не предвидится.

Заклучение. Этот метод позволяет идентифицировать критические элементы дорожной инфраструктуры путем оценки каскадных воздействий и анализа распространения этих воздействий в случае нарушения или выхода из строя этих элементов. Метод основан на оценке уровня устойчивости и интенсивности связей между коррелирующими элементами. Преимуществами этого метода являются понятность, осуществимость, низкие требования к времени и, что важно, возможность систематической оценки элементов инфраструктуры всех топологических структур. Таким образом, воздействие можно отслеживать не только в подсекторе автомобильного транспорта, но и во всей системе критически важной инфраструктуры. Также стоит отметить, что метод ICERI также может быть использован для оценки критических элементов железнодорожной инфраструктуры [5: 156–158].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Приказ Росжелдора от 25.10.2011 N 515 Об утверждении Методических рекомендаций по проведению оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. URL: <https://sudact.ru/law/prekaz-roszheldora-ot-25102011-n-515-ob/metodicheskie-rekomendatsii-po-provedeniiu-otsenki/prilozhenie-2>. (Дата обращения: 12.04.2022 г.)
- 2 Ambro J.; Turek R.; Brich M.; Kubecek J. 2019. Safety assessment of Czech motorways and national roads, European Transport Research Review 11:1/ URL: <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0328-2>. (Дата обращения: 15.04.2022 г.)
- 3 Public Safety Canada. 2018. National Cross Sector Forum: 2018-2020 Action Plan for Critical Infrastructure. Public Safety Canada, Ottawa, Canada. 25 p. URL: https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrscs/pblcnts/pln-ctrl-nfrstrctr-2018-20_ (Дата обращения: 20.04.2022 г.)
- 4 Федерация европейских ассоциаций риск-менеджеров. Стандарты управления риском. FERMA: 2003. – 16 с. URL: <http://www.ferma.eu/wpcontent/uploads/2011/11/a-risk-management-standard-russian-version>. (Дата обращения: 20.04.2022 г.)
- 5 Таова Л. Ю. Терроризм на транспорте как угроза современному обществу // Теория и практика общественного развития. 2014. № 2. С. 156–158.

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ТЕРМИНАЛЬНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ САМАРСКОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И ОГРАНИЧЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

А. И. Малютина¹, Е. Е. Москвичева²

Введение. В Российской Федерации реализуется федеральный проект «Транспортно-логистические центры» транспортной части комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, предусматривающий формирование опорной сети узловых грузовых мультимодальных транспортно-логистических центров (ТЛЦ) с организацией на её основе скоростного грузового движения по расписанию. Одним из таких важных узловых грузовых мультимодальных транспортно-логистических центров должен стать ТЛЦ Самарской области [1].

К настоящему времени проведено обоснование выбора локации размещения ТЛЦ опорной сети на территории Самарской области с учетом рассмотрения и оценки эффективности альтернативных вариантов размещения.

К рассмотрению в качестве потенциальных площадок для размещения инфраструктуры ТЛЦ опорной сети в Самарской области принималось 12 локаций: 2 площадки в районе станции Кинель Куйбышевской железной дороги, в районе станции Николаевка, на базе грузовых дворов ОАО «РЖД» на станциях Безымянка, Кряж, Самара, Сызрань, в составе индустриальных парков «Чапаевск», «Новосемейкино» и «Преображенка», аэропорта «Курумоч», Самарского грузового речного порта.

Выбор данных локаций определялось критериями, сформулированными Генеральной схемой развития сети ТЛЦ, прежде всего, расположением потенциальных площадок в границах Самарско-Тольяттинской агломерации, наличием действующей терминально-складской инфраструктуры, непосредственной близостью магистральной железнодорожной и автодорожной инфраструктуры, наличием / перспективами развития индустриальных мощностей, генерирующих / погашающих грузопотоки, релевантные сети ТЛЦ [1].

На основе многокритериальной оценки максимальное соответствие заявленным критериям выбора для размещения ТЛЦ «Самарский» (наивысший итоговый рейтинг) получила площадка Кинель 2.

В свою очередь, произведенная предварительная оценка показала, что объём инвестиционных затрат, необходимых для формирования инфраструктуры ТЛЦ «Самарский» составляет 3 957 045 тыс. рублей без учета НДС.

Однако, в условиях сегодняшней экономической ситуации в России, характеризующейся необходимостью срочного импортозамещения, перехода экономики к производству продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, изменениями корреспонденций грузоперевозок между регионами Российской Федерации и другими странами, распределения грузопотоков по родам грузов гармонизированной номенклатуры грузов, распределения по видам транспорта и видам перевозок необходимо, в первую очередь, модернизировать / реконструировать существующие объекты региональной транспортно-логистической инфраструктуры с целью повышения качества предоставляемых транспортно-логистических услуг на внутреннем рынке [2], [3].

В качестве сателлита ТЛЦ на территории Самарской области определена, в том числе, контейнерная площадка железнодорожной станции Безымянка Самарского производственного участка Дирекции по управлению терминально-складским комплексом Куйбышевской железной дороги. Основные характеристики данного производственного объекта следующие: перерабатывающая способность: грузового двора – 70 ваг/сут; контейнерной площадки – 325 ДФЭ (контейнеров двадцатифутового эквивалента); вместимость контейнерной площадки – 550 ДФЭ; фронт выгрузки – 44 условных вагонов.

Грузоотправители контейнерного терминала станции Безымянка – это разнообразные предприятия, которые осуществляют деятельность в различных отраслях и секторах про-

¹ Малютина Анна Игоревна – студент группы ТТП-81, факультет ЭЖД

² Москвичева Елена Евгеньевна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

мышленности, а также крупные и средние экспедиторские и операторские компании: ПАО «ТрансКонтейнер», ООО «ВКЛ», ООО «Нектар», ООО «ПЛК», ООО ТЭК «Самара», ООО «Авитекс», ООО «Автозапчасть Камаз», ООО «ТК Транслогистика», ООО «Севмашсталь», ООО «Содружество», ООО «Сервис Ключ», АО «РЖД Логистика», ООО «СМК», ООО «ТакелажТрансСервис», ООО «Автодиалог» и др.

Номенклатура грузов весьма разнообразна, а маршруты контейнеропотоков направлены на перевозку грузов, прежде всего, внутри страны, и в страны Ближнего Зарубежья.

В настоящее время организован комплекс услуг по формированию контейнерных поездов с контейнерного терминала станции Безымянка направлением на станцию Угольная Дальневосточной железной дороги. В 2019 году было отправлено 8 контейнерных поездов, в 2020 году – 18 контейнерных поездов, что составило увеличение на 125 %. В целом, по данному направлению перевозится 4,12 % контейнерных грузов от общего объема перевозок грузов в контейнерах, приходящегося на Куйбышевскую железную дорогу.

Преобладающий процент контейнеров, отправляемых с контейнерного терминала станции Безымянка, приходится на Дальневосточный округ (Хабаровск – 13 %), Сибирский округ (Клещиха – 13 %); страны Ближнего зарубежья: Узбекистан (Ташкент – 4 %), Казахстан (Алма-Ата – 7 %), Латвия (Рига-Пречу – 2 %).

По результатам проведенного анализа оценка общего объема потенциальной контейнеро-пригодной грузовой базы [2], [4] Самарского региона по состоянию на 2020 год равна 3,07 млн т.

В этом объеме 65 % приходится на внутренние перевозки. Еще 27 % грузовой базы приходится на экспортные перевозки. Доля импорта составляет 8 %.

Свыше 60 % от всей грузовой базы составляют 2 категории грузов, которые лидируют и по отправлению, и по назначению:

- химикаты и сода (1,07 млн т);
- продукты пищевые и напитки (0,84 млн т) [5].

Среди основных категорий грузов – продукция лесоперерабатывающей промышленности и строительные материалы [5].

Таким образом, с учетом ограниченности инвестиционных ресурсов и новой экономической ситуации предлагается провести реконструкционные мероприятия по обновлению инфраструктуры, в первую очередь, на контейнерном терминале станции Безымянка.

К основным работам можно отнести: строительство склада категории С; строительство железнодорожного пути; установка рефрижераторных стоек и автомобильных весов; благоустройство территории. Инфраструктурные возможности контейнерного терминала станции Безымянка представлены в таблице.

Таблица

Инфраструктурные возможности контейнерного терминала станции Безымянка			
Наименование	Ед. измерения	До реконструкции	После реконструкции
Перерабатывающая способность ГД	ваг/сут	70	100
Перерабатывающая способность КП	ДФЭ	325	650
Емкость КП	ДФЭ	550	750
Фронт выгрузки	усл. вагонов	44	57
Количество грузоподъемных механизмов	ед.	5	7

Таким образом, реконструкция позволит исключить основные инфраструктурные ограничения:

- фронт выгрузки увеличится с 44 до 57 условных вагонов;
- практически в 1,5 раза увеличится емкость контейнерной площадки в ДФЭ;
- в 1,5 раза увеличится перерабатывающая способность в ДФЭ и вагонов/сут;
- появится возможность работы с рефрижераторными контейнерами, а также постановки вагонов целого состава контейнерного поезда длиной 57 условных вагонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Генеральная схема развития сети транспортно-логистических центров (ТЛЦ). М. : ФКУ «Ространсmodernизация», 2019. 49 с.
- 2 Москвичев О. В. Клиентоориентированная контейнерная транспортная система: монография. М. : ВИНТИ РАН, 2018. 186 с.
- 3 Москвичева Е. Е. Совершенствование технологических решений в организации работы контейнерных терминалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург: УрГУПС, 2011.
- 4 Москвичев О. В. Многокритериальная оценка контейнеропригодности производимой продукции как один из факторов, определяющих размещение терминально-логистической инфраструктуры // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 1 (49). С. 74-80.
- 5 Москвичева Е. Е. Исследование текущего состояния развития рынка транспортно-логистических услуг Самарского региона // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 135-137.

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНО-ДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ КОЧЕТОВКА I ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК

Д. А. Мелешина¹, Н. Х. Варламова²

Введение. На большинстве сортировочных горок решающих сортировочных станций сети дорог ОАО «РЖД» уже внедрена или будет внедрена в ближайшее время Комплексная система автоматизированного управления сортировочным процессом КСАУ СП разработки Ростовского филиала ОАО «НИИАС». В период до 2023 г. в рамках программы «Цифровой сортировочный комплекс» в составе Актуализированной схемы и программы развития сортировочных станций с учетом развития вспомогательных технических и предузловых станций на решающих станциях планируется внедрение цифровых модулей, в том числе интерактивного горочного пульта ПГИ [4].

Этот пульт представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из нескольких промышленных компьютеров, мониторов с поддержкой touch-технологии, то есть имеющих сенсорный экран с тактильным управлением. На мониторах отображается мнемосхема сортировочной горки, а также вся необходимая информация о состоянии напольного оборудования и движущихся по горочным путям подвижных единиц.

Внедрение интерактивного горочного пульта и использование автоматизированной системы управления роспуском КСАУ СП при автоматическом роспуске практически всего перерабатываемого на горке подвижного состава, естественно, приводит к изменению модели поведения и технологии работы оперативного персонала, управляющего роспуском составов [1].

Основная часть. Тренажерный комплекс оперативного персонала сортировочной горки позволяет на основе генерации случайных факторов моделировать динамику движения отцепов по горочной горловине во время скатывания и выводить отображение на экран в виде 3D-анимации; управлять виртуальными замедлителями с помощью соответствующих коммутаторов на пультах, а также движением отцепов на конкретных тормозных позициях определенной станции с пультов на рабочих местах дежурного по горке и оператора. С помощью этого тренажера можно генерировать сортировочные листки на составы, подлежащие расформированию в зависимости от сложности сценария; изменять скорость надвига состава на горку и структуру распускаемого состава по мере приобретения обучающимися навыков управления горочными устройствами.

Кроме того, есть возможность фиксировать факты соударения вагонов, скатывающихся с повышенной скоростью, и запуск вагонов на пути, не соответствующие назначению, с анали-

¹ Мелешина Дарья Алексеевна – студент группы ЭЖД-73, факультет ЭЖД

² Варламова Нелли Хасановна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

зом причин таких случаев; приобретать навыки работы с АРМ ДСПГ и АРМ операторов конкретной тормозной позиции; имитировать маневровые операции и нештатные ситуации.

Для обучения персонала оперативно реагировать и нажимать на клавиши или передвигать рычаги в тренажере будет предусмотрена визуализация экранных форм и имитация органов управления горочного пульта. Кроме того, в состав комплекса будут включены система автоматизации КСАУ СП для обучения управлению в автоматическом режиме и цифровые двойники напольных устройств – математические модели с учетом состояния реальных напольных устройств [4].

Преимущество комплекса в том, что персонал получает необходимые навыки, работая именно с той системой автоматизации (КСАУ СП), которая функционирует на данной станции. При этом КСАУ СП взаимодействует с цифровыми двойниками напольных устройств, выполняя все функции по контролю и управлению горочными устройствами. Весь технологический процесс с наглядной визуализацией динамики отображается на видеостене, вид которой максимально приближен к реальному виду из окна рабочего места.

Цифровые двойники напольных устройств создаются на основании накопленных в КСАУ СП больших данных, связанных с функционированием реальных устройств на конкретной станции. Использование Big Data для моделирования работы этих устройств позволит максимально приблизить характеристики функционирования цифрового двойника к реальному объекту.

Цифровой двойник, цифровая или виртуальная модель объекта становятся необходимым инструментом для оптимизации и отработки технологического процесса роспуска без риска допустить ошибки на физическом объекте, которые могут повлечь за собой тяжелые последствия.

Однако для адекватности такой модели требуется решать задачи идентификации на основе статистических данных, полученных непосредственно при функционировании физического объекта, используя современные технологии машинного обучения, интеллектуальный анализ данных и методы инженерии знаний. Кроме того, цифровые двойники способны адаптироваться в условиях изменений параметров реального объекта в режиме онлайн.

Традиционный до недавнего времени аппаратно-программный комплекс, имеющий механические органы, не способен адаптироваться под ситуацию и, безусловно, проигрывает по возможностям сенсорным панелям [5].

Современные технологии позволяют говорить об интеллектуальном интерфейсе с «собственным поведением». Это касается как горочного сортировочного комплекса или его цифрового двойника, так и оперативного персонала. Интеллектуальный интерфейс (Рисунок 1) является системой искусственного интеллекта или интеллектуальным агентом.



Рис. 1. Интеллектуальный интерфейс ТК ОПСГ VII поколения

В перспективе в зависимости от режима работы комплекса он может быть наделен важными функциями, обеспечивающими возможность:

- гибко управлять отображением информации в зависимости от ситуации, и тем самым снижать информационную нагрузку на оператора;
- корректировать ошибочные действия оператора;
- осуществлять интеллектуальную поддержку оператора в случае необходимости принятия решений в условиях неопределенности как в режиме реального времени

работы горочного комплекса, так и в режиме работы с цифровым двойником, в режимах псевдореального времени и обучения;

- диагностировать неисправности оборудования и предлагать способы их устранения;
- рекомендовать модели поведения оператору в нештатных ситуациях;
- реконструировать ранее произошедшие события;
- выполнять функцию обучающего агента в режиме тренажера [3].

При использовании горочного обучающего комплекса предлагаемой конфигурации появляется дополнительная возможность обучения персонала на конкретной ситуации, конкретном поезде и в конкретных условиях, которые уже были, с использованием накопленных КСАУ СП в процессе работы на заданной сортировочной горке больших данных. Кроме того, можно моделировать любую возникавшую ранее нештатную ситуацию для подтверждения результатов расследования и эффективности разработанных мер для ее предотвращения в дальнейшем.

На базе нового обучающего комплекса реализуется новое направление развития обучения, моделирования, оптимизации технологического процесса.

Например, появляется возможность испытывать и отрабатывать измененные технологии работы или техническое оснащение до использования в реальном технологическом процессе.

Это позволит повысить эффективность инвестиций, вложенных в новый обучающий комплекс, и более оперативно оптимизировать технологический процесс при изменении каких-либо условий или оборудования [1, 2].

Структура аппаратного обеспечения тренажерного комплекса представляет собой совокупность средств оснащения рабочих мест, подсистемы визуализации, серверного и дополнительного оборудования.

Для реализации задач и обеспечения функциональных возможностей в тренажерном комплексе выделено два рабочих места:

- рабочее место оператора сортировочной горки (ОСГ);
- рабочее место инструктора.

Особенностью оснащения рабочего места оператора сортировочной горки является наличие интерактивного тренажерного горочного пульта, который является программно-аппаратным комплексом, позволяющим организовать систему обучения и переподготовки оперативного персонала управлению роспуском составов в одно лицо. Схема размещения рабочих мест представлена на рисунке 2. Спецификация оснащения рабочего места оператора сортировочной горки и инструктора представлены в таблице 1 и таблице 2.

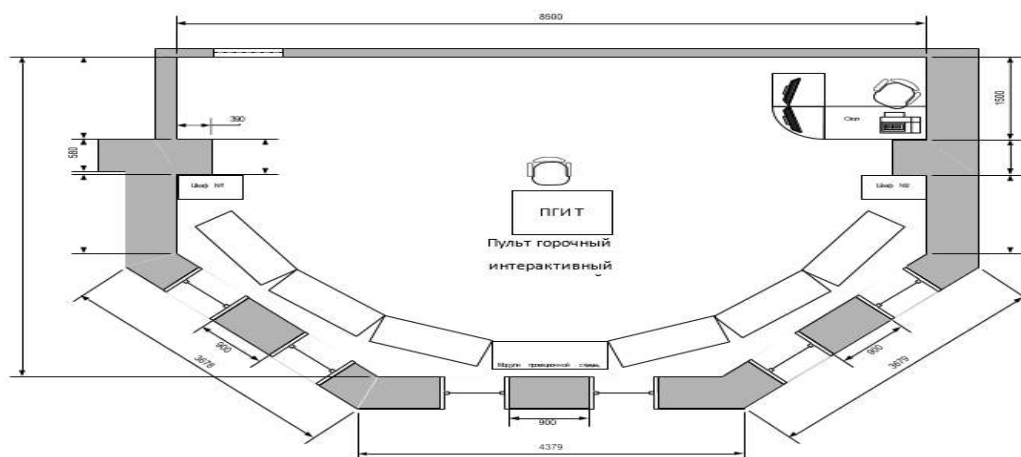


Рис. 2. Схема размещения рабочих мест ТК ОПСГ-Кочетовка I (ЮЖН)

Таблица 1

Спецификация оснащения рабочего места осг

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Пульт ПГИ Т	шт.	1
2	Кресло офисное	шт.	1

Спецификация оснащения рабочего места инструктора

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Системный блок	шт.	1
2	Монитор LCD 24»	шт.	2
4	Принтер HP LaserJet формат А4	шт.	1
5	Стол офисный	шт.	1
6	Кресло офисное	шт.	1

Вывод. Переустройство южного направления сортировочной горки станции Кочетовка I Юго-Восточной железной дороги позволит:

1. Повысить интенсивность и безопасность роспуска составов на сортировочной горке.
2. Производить контроль и диагностику состояния системы, фиксацию предотказных состояний.
3. Улучшить условия труда оперативного персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шелухин В. И. Автоматизация и механизация сортировочных горок: учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2005 240 с.
- 2 Железнодорожные станции и узлы: учебник для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Шубко [и др.]. М. : УМК МПС России, 2002. 368 с.
- 3 Железнодорожные станции и узлы. Учебник для вузов ж.-д. трансп. / И. Е. Савченко [и др.]. М. : Транспорт, 1980. 479 с.
- 4 URL: <http://irgk.ru/novosti/sortirovochnaja-rabota-na-seti-oao-rzhd-budet-avtomatizirovana/>
- 5 URL: <https://www.stu.ru/science/index.php?page=963>

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Н. А. Острянина¹, Н. Н. Мазько²

Введение. В соответствии с долгосрочной программой развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года определены задачи и параметры технического и технологического развития сортировочных станций. В статье рассмотрены инновационные технологии и новые технические средства, внедренные на станции Кинель для увеличения ее пропускной, провозной и перерабатывающей способности.

Важную роль в продвижении вагоно- и поездопотоков играют станции и, в особенности, сортировочные станции. На сортировочных станциях сосредоточена почти вся техническая работа с грузовыми поездами и значительная часть грузовой работы. На станциях вагоны находятся более 60 % времени оборота, поэтому главным резервом в его сокращении является совершенствование технологии работы станций, в том числе и сортировочных [1: 58].

Основная часть. В условиях реформирования железнодорожного транспорта постоянно возрастает нагрузка на производственные мощности. Организация работы и техническое оснащение сортировочных станций должны прежде всего минимизировать затраты, а также ускорить сортировку составов. Снижение времени нахождения вагонов на станциях улучшает качество перевозочного процесса.

Основными задачами системы управления сортировочной станцией являются повышение эффективности работы, сокращение до минимума ручного ввода информации и исключение ее поступления в искаженном виде. В том числе такие системы должны предоставлять оперативные данные диспетчерскому персоналу в реальном времени для повышения качества принимаемых решений, а также аналитический материал для выполнения нормативных показателей [2: 19].

¹ Острянина Наталья Анатольевна – студент группы ЭЖД-83, факультет ЭЖД

² Мазько Наталья Николаевна – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

Станция Кинель является двусторонней сортировочной внеклассной станцией с последовательным расположением парков. Станция оснащена двумя сортировочными горками: нечетная сортировочная горка большей мощности, перерабатывающая способность которой 4585 вагонов в сутки и четная горка средней мощности с перерабатывающей способностью 2376 вагонов в сутки.

Нечетная сортировочная горка станции Кинель оборудована комплексной системой автоматизированного управления сортировочным процессом (КСАУ СП). КСАУ СП применяется на железнодорожных сортировочных станциях и предназначена для управления процессом расформирования составов на механизированных горках малой, средней, большой и повышенной мощности, как отдельная система, так и в комплексе с другими системами автоматизации сортировочной станции.

КСАУ СП обеспечивает управление технологическим процессом расформирования составов на горках, имеющих дистанционное управление стрелками и замедлителями на тормозных позициях, и имеющих на путях сортировочного парка оборудование контроля заполнения путей (КЗП). Возможные режимы роспуска составов - автоматический, программный, маршрутный. Управление в автоматическом режиме роспуска составов под управлением КСАУ СП осуществляется одним оператором.

На станции Кинель спускная часть горки оборудована классификаторами веса, осуществляющими поосное взвешивание отцепов, а каждая тормозная позиция – радиолокационным скоростемером. Местоположение отцепа при роспуске фиксируется датчиками счета осей, метеостанция фиксирует температуру, давление, силу и направление ветра, а также наличие осадков. Все эти данные в реальном времени поступают в подсистему автоматизированного регулирования скорости управления устройствами прицельного торможения (АРС УУПТ). Она позволяет осуществлять интервальное регулирование и прицельные торможения прицепов, а система контроля заполнения путей с повышенной длиной контролируемого участка сортировочной горки (КЗП-ИЗД) определяет местоположение последнего отцепа на пути сортировочного парка. Автоматическое управление стрелками осуществляется посредством системы микропроцессорной горочной автоматической централизации (ГАЦ МН), также реализован перевод стрелки если она установлена не по маршруту локомотива при маневровых передвижениях.

На нечетной автоматизированной горке был реализован пилотный проект по внедрению мобильного рабочего места электромеханика сортировочной горки. Мобильное рабочее место включает в себя приложение, разработанное АО «НИИАС», которое увязано с контрольно-диагностическим комплексом КСАУ СП и позволяет получать в режиме реального времени уведомление о сбоях в работе устройств СЦБ на смартфон в виде списка всплывающих сообщений [3: 25].

На сегодняшний день сформировалась новая и перспективная система диагностики – автономный измерительный комплекс контроля станционной инфраструктуры на базе маневрового тепловоза ТЭМ 18. В настоящее время опытный образец комплекса разработки ОСК «Инфотранс» проходит эксплуатационную отработку на железнодорожной станции Кинель. Комплекс помогает исключить ручной труд при проверке стрелочных переводов, повысить объективность и достоверность получаемой информации.

В рамках цифровизации основных производственных процессов внедряются цифровые технологии на станции Кинель. Целью внедрения цифровых технологий на сортировочных станциях является: повышение эффективности управления работой станции и сокращение временных затрат на принятие решений дежурно-диспетчерским и руководящим персоналом. Повышение эффективности работы станции за счет автоматического планирования состава образования и отправления поездов.

В 2020 году на станции Кинель приняты в постоянную эксплуатацию 3 модуля системы: цифровая железнодорожная станция (модуль планирования) и два модуля контроля исполнения. В модуле планирования реализованы функции автоматического планирования подвязки составов, локомотивов и локомотивных бригад к ниткам нормативного графика. Основным преимуществом данной системы является повышение скорости и качества планирования. В модуле контроля исполнения 1 реализован функциональный навигатор и программное обеспечение для

мобильных рабочих мест. Функциональный навигатор обеспечивает формирование цепочек технологических операций и контроль соблюдения нормативов. Используется для предотвращения нарушений технологического характера ответственными исполнителями [4: 76].

Мобильное рабочее место (МРМ) обеспечивает взаимодействие с функциональным навигатором в части автоматической трансляции нарядов на мобильные устройства участников процесса и получения обратной связи по их выполнению. Устройством МРМ оборудовано рабочее место составителя поездов, осуществляющего роспуск вагонов на горбе нечетной сортировочной горки. Устройство используется в целях получения сортировочного листа в режиме онлайн, тем самым экономя время на передвижение и использование бумажных носителей.

Модуль контроля исполнения 2 представлен в виде программного обеспечения и отображается на табло коллективного пользования в узловом центре эксплуатации на станции Кинель [5: 23].

Заключение. Внедрение цифровой железнодорожной станции оказывает положительное влияние на выполнение показателей работы. За период внедрения, простой транзитного вагона на станции снизился на 0,34 ч. Простой транзитного вагона без переработки снизился на 0,17 ч.

На сегодняшний день на станции Кинель реализуется инновационный проект осуществления контроля за выполнением технологических операций по контролю за закреплением подвижного состава. Нейросеть позволит анализировать выполнение операций по укладке, снятию тормозных башмаков.

В рамках концепции роботизированного цифрового железнодорожного узла в настоящее время реализуются проекты: интерактивный пульт комплексной системы автоматизации управления сортировочным процессом на нечетной сортировочной горки станции Кинель с расширенным функционалом и автоматизированные заградительные устройства в нечетном сортировочном парке станции Кинель.

Бесперебойная работа станции характеризуется условиями, при которых отсутствуют задержки поездов по неприему и межоперационные простои вагонов, соблюдаются нормы на выполнение технологических операций и увеличение объема переработки, как следствие – сокращается время нахождения вагонов на станции. При таком режиме выполняется график движения поездов, увеличивается пропускная и провозная способность железнодорожных линий. Кроме того, происходит бесперебойная работа станции в продвижении вагонопотоков, с учетом снижения зависящих расходов и рисков потерь доходов из-за несвоевременной доставки грузов, что, в свою очередь, повысит конкурентоспособность железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Казакова А. А. Совершенствование технологии работы сортировочных станций // Труды 78-й студенческой научно-практической конференции РГУПС, Воронеж, 19 апреля 2019 года. Воронеж, 2019. С. 58-59.
- 2 Буракова А. В. Изменение технологии расформирования составов на сортировочной станции // Транспорт: наука, образование, производство (транспорт-2021) : труды международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–21 апреля 2021 года. Воронеж, 2021. С. 18-23.
- 3 Агапов В. В., Фролова Л. А. Анализ работы станции Кинель // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 25-27.
- 4 Лабжинов И. С., Никищенков С. А. О развитии цифровых технологий на сортировочной станции Кинель // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 76-78.
- 5 Дмитриев В. В. Современные задачи технико-технологического развития Куйбышевской железной дороги // Фёдор Петрович Кочнев – выдающийся организатор транспортного образования и науки в России : Труды международной научно-практической конференции, Москва, 22–23 апреля 2021 года. Москва: РУТ, 2021. С. 23-33.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЗВЕШИВАНИЯ ВАГОНОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТИ

Н. Н.Сливкин¹, Н. Х. Варламова²

Введение. На сегодняшний день взвешивание железнодорожных вагонов на местах общего пользования даёт возможность не только значительно усилить качество учёта грузопотока, но и уменьшить время контроля и учёта грузов. Автоматическое взвешивание железнодорожных вагонов решает множество проблем клиентов (грузоотправителей и грузополучателей), а также даёт возможность облегчить труд коммерческих работников и занимает крайне важную роль в безопасности движения [1, 2: 26].

Не все железнодорожные станции и примыкающие к ним пути необщего пользования оснащены весами, что приводит к замедлению грузовой и коммерческой работы и доставляет множество неудобств:

- дополнительные расходы на услуги взвешивания на других станциях или предприятиях;
- отсутствие технической возможности станций осуществлять взвешивание вагонов при потребности грузоотправителя;
- отсутствие возможности осуществлять контрольные перевески на пунктах коммерческого осмотра, которые не оснащены стационарными вагонными весами.

Все это отнимает драгоценное время и требует дополнительных расходов клиентов ОАО «РЖД».

Основная часть. Для начала стоит перечислить виды стационарных весов, их плюсы и минусы.

Весы можно поделить на три вида:

1. Весы, которые производят взвешивание без движения, то есть в статическом положении.

Для примера возьмем весы ВЖД-150 т 15 м, которые имеют одну платформу для статического взвешивания.

Устройством для приема груза на них является весовая платформа, которая находится на четырех тензодатчиках типа С16АС3/60 т.

Недостатками таких весов являются:

- большие размеры и вес платформы;
- отсутствие возможности определить потележечную загрузку вагона и положение центра масс [3].

2. *Весы для взвешивания в движении ВЖД-60Д*

Данные весы имеют платформу для приема грузов с отсутствующими механическими упорами, что отличает их от статических весов. ВЖД-60Д снабжены струнками особой формы, не позволяющими весам совершать поперечные и продольные смещения платформы при следовании вагона, а также не оказывают влияние на определение веса.

На боковых сторонах грузоприемной платформы находятся два датчика, осуществляющих контроль положения оси колесной пары, они засекают съезд и наезд колесной пары на платформу.

3. *Железнодорожные весы комбинированного типа*

Универсальные железнодорожные весы, которые производят взвешивание в движении и без него. Основные модели таких весов позволяют взвешивать в статическом положении, потележечно и повагонно вагоны с различным числом осей, от четырех до восьми. В движении универсальные весы могут взвешивать не только единичные вагоны, но и составы целиком [4, 5: 48].

Рассмотрим весы ВВЭ-СД-НП.

¹ Сливкин Никита Николаевич – студент группы ЭЖД-82, факультет ЭЖД

² Варламова Нелли Хасановна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Они легки в использовании. При производстве взвешивания в движении масса каждого вагона автоматически записывается при проезде состава по весам. При взвешивании в статике происходит полуавтоматическая регистрация массы вагона на весах. Оператор-весовщик может вводить номера вагонов, информацию о перевозимом грузе, получать распечатку итогов взвешивания каждого вагона и состава полностью.

Далее рассмотрим положительные стороны и устройство мобильных весов. Они представлены на рисунке.

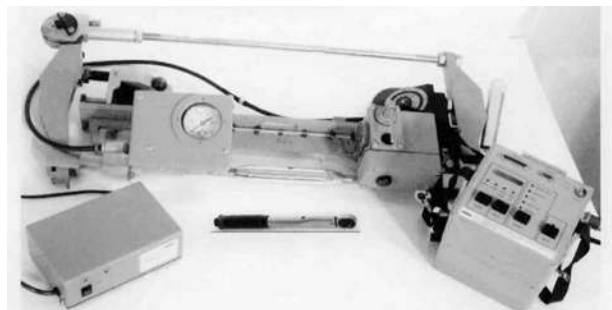


Рис. Мобильные вагонные весы

Вводимые весы устанавливаются с внутренней стороны рельс.

Колесо ребордой совершает наезд на датчики и происходит считывание веса.

Плюсом таких весов является взвешивание каждой оси поочередно, поэтому тип вагона не имеет значения.

Система калибруется во время производства, поэтому нет необходимости в дополнительной калибровке.

Комплект мобильных вагонных весов состоит из следующих элементов:

- платформа для измерения веса – 1 шт.;
- тензодатчики – 2 шт.;
- ударопрочный кейс – 1 шт.;
- указатель веса – 1 или более;
- нетбук, ноутбук-трансформер с ПО – 1 шт.;
- запасной аккумулятор;
- обогревательное устройство;
- тензометрический привод;
- устройство для зарядки;
- монтажный гаечный ключ.

Весы могут ставиться на рельсы Р65, а по желанию заказчика могут перерабатываться и для рельсов Р50.

Особенностями весов являются:

- быстрая, простая и безопасная установка весов за 15 минут;
- тензометрическая система измерения веса;
- определение осевого и общего веса вагонов и поезда;
- возможность установки на любой тип рельса и колеи;
- отсутствие строительных работ при установке;
- результаты взвешивания можно вывести или сохранить на ПК;
- отсутствие времени простоя пути при установке;
- отсутствие нарушений целостности рельса при установке.

Мобильные вагонные весы могут применяться на предприятиях энергетики, добывающей и перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства и транспорта [5].

Заключение. Таким образом, введение мобильных вагонных весов позволит клиентам снизить расходы на взвешивание вагонов на станциях и предприятиях, уменьшив при этом также время простоя вагонов и перегона на другие предприятия для взвешивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Клименко Е. Н. Обеспечение грузовых перевозок на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. 125 с.
- 2 Транспортное право (железнодорожный транспорт): учеб. пособие / С.А. Плахотич, И.С. Фролова. Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. 335 с.
- 3 Федеральный закон «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации» от 10.01.2003 N 18-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru/12129475/>
- 4 Транспортная логистика технологические процессы погрузочно-разгрузочных и складских работ на железнодорожном транспорте: учебник / В. И. Капырина [и др.]. Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. 382 с.
- 5 Транспортные характеристики и условия перевозок грузов на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / Н. В. Демина, Н. В. Куклева, А. В. Доронищев. Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. 163 с.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СТАНЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

А. А. Хишова¹, Н. Н. Мазько²

Ведение. Железнодорожная станция представляет собой сложную систему, включающую в себя инфраструктурные объекты, которые требуют регулярного контроля. Современные средства диагностики, при всей своей оснащенности, испытывают большие сложности при контроле станционной инфраструктуры. Как правило, всю станционную инфраструктуру невозможно проверить за один раз. Сегодня сформировалось новое перспективное направление в диагностике – автономные измерительные системы или диагностические роботы [1: 6].

Основная часть. Это решение как нельзя лучше подходит для задач контроля станционной инфраструктуры. Одна из таких систем, а точнее целый измерительный комплекс, устанавливается на маневровом тепловозе. В фоновом режиме она обеспечивает диагностику станционной инфраструктуры в ходе штатной маневровой работы по формированию составов. Система имеет большой функционал:

- контроль геометрии рельсовой колеи;
- контроль параметров поперечного профиля;
- контроль параметров стрелочных переводов;
- контроль габаритов приближения строений;
- видеоконтроль верхнего строения пути;
- контроль положения контактного провода;
- тепловой контроль систем автоматики и стрелочных переводов;
- обзорное видеонаблюдение;
- координатная привязка и позиционирование;
- дистанционная передача данных [2].

Опытный образец, установленный на ТЭМ 18, проходит эксплуатационную комплексную отработку на полигоне Куйбышевской железной дороге. Уже сейчас комплекс обеспечивает получение большинства параметров, регламентированных техническими требованиями. Все оборудование диагностического робота максимально компактно и устанавливается снаружи кузова подвижной единицы, не затрагивая ее штатных систем и способно работать в любых погодных и климатических условиях. В дальнейшем комплекс может быть доукомплектован дополнительными системами измерения. Это решение позволяет уйти:

- от технологически сложных проверок путей с помощью вагонов-путеизмерителей;
- полностью исключить ручной труд при проверке стрелочных переводов;
- повысить объективность и достоверность получаемой информации.

¹ Хишова Анжелика Андреевна – студент группы ЭЖД-81, факультет ЭЖД

² Мазько Наталья Николаевна – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Комплекс работает полностью в автоматическом режиме без участия оператора и включается при запуске локомотива. Все, что требуется для работы комплекса, это обеспечить электропитание. Диагностика ведется в фоновом режиме, в процессе штатной маневровой работы локомотива в условиях его реального взаимодействия с инфраструктурой [3].

В процессе своей работы маневровый тепловоз с установленным автономным комплексом диагностики, решает две основные задачи.

Первая задача, которая выполняется в реальном времени – выявление в автоматическом режиме опасных неисправностей, требующих ограничения скорости. Благодаря своей достаточно высокой периодичности контроля комплекс позволяет своевременно обнаружить неисправность и оперативно, по радиоканалу, предупредить об ограничении скорости, сопроводив это сообщение всей необходимой подтверждающей информацией. Уже идущий следом локомотив будет проезжать с учетом выставленного ограничения, которое будет снято только в случае, если во время очередного прохода комплекса по этому участку будет подтвержден факт реального устранения неисправности.

Вторая задача, которую решает маневровый тепловоз, с установленным автономным комплексом диагностики – это определение состояния инфраструктуры, прогнозирование развития и своевременное планирование ремонтов по ее фактическому состоянию. В обеспечении этой задачи производится регулярный сбор получаемых данных диагностики, их верификация и накопление. Функции контроля, оценки и прогнозирования развития путевой инфраструктуры станционных путей и стрелочных переводов реализует аналитическое программное обеспечение InfraStation. Результаты обработки и анализа отображаются на схеме станции в обобщенном виде по слоям. Обеспечивается возможность получения детальной информации по любому участку пути или стрелочному переводу, включая его 3D-представление, планирование ремонтных работ и оценки качества их выполнения. Автоматически формируются все необходимые отчетные документы в соответствии с действующими нормативами. Работа с программой осуществляется через веб-браузер в соответствии с должностными обязанностями [4: 37].

На рис. представлены основные функции системы контроля инфраструктуры станции.

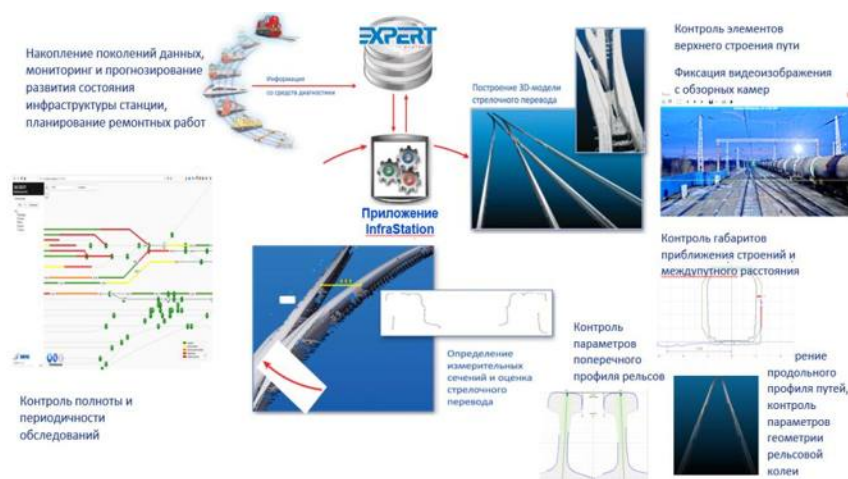


Рис. Основные функции системы контроля инфраструктуры

На слоях представлены общие оценки состояния стрелочных переводов по станции, где отражены статистические данные о количестве проверенных и непроверенных стрелочных переводов и их качественной оценки. Можно посмотреть состояние каждого стрелочного перевода, сформировать электронную форму, проанализировать обобщенную 3D-модель стрелочного перевода, собранную из двух проездов локомотивов по каждому направлению, оценить автоматическую вычисленную величину контролируемого параметра в конкретном измерительном сечении стрелочного перевода с учетом паспортной информации (тип стрелочного перевода, марка крестовины, тип рельсов и другой априорной информации) [5: 48].

Заключение. Функционал программы InfraStation постоянно расширяется и дополняется новыми возможностями по комплексному анализу состояния станционной инфраструктуры. Опытная эксплуатация комплекса подтвердила эффективность работы: система обладает более высокой объективностью проверок за счет снижения влияния человеческого фактора, а также оптимизирует работы по содержанию, замене, установке стрелочных переводов и в перспективе позволяет пересмотреть нормативы срока их службы. Кроме того, безлюдные технологии повышают безопасность работ и снижают издержки на аварийные работы за счет сокращения времени нахождения работников на путях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Цифровая железная дорога — настоящее и будущее / С. М. Резер, С. Б. Левин, А. В. Резер, А. Ю. Ляхова // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2019. № 9. С 4-11.
- 2 Информационно-измерительная система контроля станционной инфраструктуры. URL:<https://infotrans.ru.com/iiksi> (дата обращения: 28.04.2022).
- 3 Путь проверит робот. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1558434> (дата обращения: 28.04.2022).
- 4 Розенберг Е. Н. Цифровая железная дорога — путь в будущее // Железнодорожный транспорт. 2017. № 4. С. 36-41.
- 5 Чеботарева Е. А. Концепция создания комплексной цифровой оценки состояния станционной инфраструктуры // Альманах мировой науки. 2018. № 5 (25). С. 46-52.

СЕКЦИЯ 2

Подвижной состав железных дорог, муниципальный пассажирский транспорт и транспортная техника

ПЕРСПЕКТИВА РАЗРАБОТКИ ГИБРИДНЫХ ВИДОВ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Р. С. Жилияков¹, А. В. Муратов²

Введение. Компании-производители подвижного состава постоянно находятся в борьбе по числу инновации, нацеленные на своего потенциального потребителя, а также – через уменьшение потребления ресурсов, выбросов – экологичность [1, 2].

В России длина железных дорог составляет 121000 км, из которых электрифицировано менее половины, сейчас пользуются большим спросом тепловозы. Возникает необходимость уменьшить выхлопные газы, при этом не потерять производительность установки. Есть понимание, что электрическая тяга работает без вреда окружающей среде, но стоит учитывать, что электрифицировать всю дорогу трудозатратно, в некоторых районах технически сложно или не оправданно. Не вся железная дорога работает на сто процентов, поэтому на малооборотных линиях нужны надежные и малозатратные локомотивы. Актуальными вариантами являются установки на водородной, газовой или дизельной тяги малой мощности в компоновке с устройством накопления энергии [3, 4, 5].

Поэтому в последнее десятилетие трендом пользуется гибридная силовая установка.

Основная часть. Главным направлением повышения энергетической эффективности тягового подвижного состава является эксплуатация в тяговом электроприводе накопителей энергии. Изобретая новые силовые энергетические установки, в совокупность которых входят источники питания, такие как контактная сеть электровозов и дизель-генераторная группа тепловозов с накопителями энергии, позволяет эффективно применять электрическое торможение, с последующим использованием аккумулированной энергии, что значительно увеличит энергосбережение [6].

Подвижной состав работает в условиях пуска-тормозного режима работы, когда самые высокие мощности развиваются за небольшое количество времени, а основная часть работы проходит на малой или средней мощности. При таких условиях эксплуатации емкостные накопители энергии (батарея суперконденсаторов) или электрохимические накопители энергии (аккумуляторная батарея) раскрываются лучше всего. Работа емкого накопителя энергии в силовой цепи позволяет дизель-генераторной группе использовать ресурсы меньше обычного, а при потребности (подъём) локомотив получает возможность развивать мощность выше номинальной, а при спуске используя торможение возвращать энергию обратно в накопитель. Во всех случаях он позволяет снизить долю времени переходных процессов в работе дизеля.

Один накопитель не справится одновременно с двумя задачами – емкости и интенсивности заряда и разряда (производимой и принимаемой мощности).

Самым лучшим вариантом совмещение аккумулятора и суперконденсатора, так как аккумуляторы имеют большой объём заряда, но небольшая скорость разряда и заряда, что очень полезно для стабильной работы в одном режиме, и суперконденсатора, прямо противоположный аккумуляторам, который позволяет использовать рационально ресурс накопителей.

Это приводит нас к выводу о том, что нужны вычисления для определения количества необходимых накопителей, правильного срабатывание, чтобы исключить полного разряда или заряда батарей [7].

¹ Жилияков Роман Сергеевич – студент группы ПСЖД-71, факультет ПСиПМ

² Муратов Алексей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

Ключевым моментом гибридной силовой установки является то, как мы будем осуществлять управление этим агрегатом. Нужно понимать, как правильно компоновать оборудование, обеспечивать необходимое потребление и выработку аккумулированной энергии при различных режимах работы и так далее.

Присутствие нескольких накопителей энергии требует эффективного распределения мощности, с которой система должна справляться в любой момент времени. Применение комплексного подхода позволяет предвидеть трудности, с которыми можно столкнуться при создании согласованной системы управления элементов. Основными её задачами являются:

- управление энергией;
- управление мощностью;
- управление преобразователями.

Вывод. Современная технология функционирования источников накопителей энергии способствовала поиску пути совершенствования гибридных силовых установок. Известно множество видов накопителей с высокими показателями и разными физическими принципами действия, а также находящихся в разработке. Совмещая все это, в перспективе, такие транспортные средства будут успешно конкурировать и сокращать энергозатраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Муратов А. В., Петухов С. А. Новые энергосберегающие технологии в локомотивном хозяйстве // Наука и образование транспорту. 2011. № 1. С. 102-104.
- 2 Ляшенко В. В., Муратов А. В., Петухов С. А. Использование инструментов контроля качества для повышения эффективности процессов ремонта и обслуживания подвижного состава // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 3 (51). С. 22-26.
- 3 Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». URL: <https://base.garant.ru/12171109/>
- 4 Носырев Д. Я., Петухов С. А., Муратов А. В. Проблемы и перспективы применения смазочных материалов в локомотивном хозяйстве: монография. Самара: СамГУПС, 2016. 183 с.
- 5 Муратов А. В., Петухов С. А. Исследование работы дизеля тепловоза ЧМЭ 3 на биотопливе // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 40-42.
- 6 Титова Т. С., Евстафьев А. М. Повышение энергетической эффективности локомотивов с накопителями энергии // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. № 2. С. 200-210.
- 7 Калугин С. П. Экономический выбор параметров силовой установки гибридных локомотивов // Мир транспорта. 2015. № 13 (4). С. 126-137.
- 8 Евстафьев А. М. Применение гибридных технологий в тяговом подвижном составе // БРНИ. 2018. № 3. С. 27-38.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК НА ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ, ПИТАЮЩИХСЯ ОТ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

С. С. Зиновьев¹, А. В. Муратов²

Введение. Одна из глобальных задач компании ОАО «РЖД» на сегодняшний день стоит в сфере ресурсопотребления, в частности, потребление дизельного топлива локомотивами [1]. Компания запланировала до 2024 г. снизить расход дизельного топлива с 2,5 миллион тонн, до 2,05 миллион тонн (снижение около 18 %). Варианты достижения цели данной задачи: применение гибридных и аккумуляторных локомотивов; локомотивов, использующих в качестве топлива для силовой установки природный газ; а также использование установок, работающих на топливных элементах [2, 3].

Все эти решения объединяет одни цели:

- сокращение выбросов вредных веществ;
- сокращение потребления ресурсов локомотивами;
- повышение энергоэффективности;

¹ Зиновьев Сергей Сергеевич – студент группы ПСЖД-71, факультет ПСиПМ

² Муратов Алексей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

- снижение шума и вибрации.

Основная часть. Из представленных концепций наиболее эффективными являются силовые установки, использующие в качестве источника энергии аккумуляторные батареи и топливные элементы, поскольку данный вид тяги самый экологически чистый, а также экономичнее стандартных дизельных установок на 30 %.

«У любого подвижного состава есть эмиссия CO₂, и если мы ее хотим уменьшить, то нужно применять водород, он перспективней, к тому же не оставляет углеродного следа», – отметил генеральный директор ООО «ИнЭнерджи» Алексей Кашин [4].

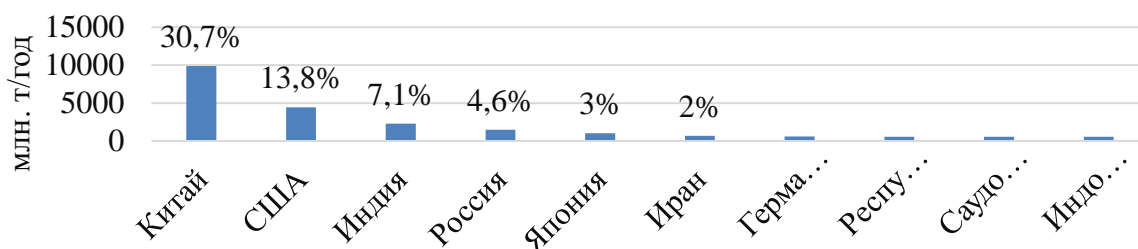


Рис. 1. Список стран по выбросам CO₂ в мегатоннах за год и доля в % от общей эмиссии по данным

Мировые железнодорожно-транспортные компании уже давно реализовывают водородные и электрические технологии. Японская компания East Japan Railway Company еще в 2006 г. проводила испытания поезда на водородных элементах, в 2017 г. также были проведены испытания поезда на водородных элементах и вспомогательных литиево-ионных батареях. В Германии с 1 мая 2021 г. началась эксплуатация пассажирского поезда на водородной тяге, разработанном Французским концерном Alstom. Правительство Канады опубликовало план перехода железнодорожного транспорта на экологически чистое топливо, а именно изучаются вопросы о использовании поездов на водородной тяге.

Конструкция ВВТЭ обычно состоит из двух электродов (анод и катод) и газонепроницаемого кислородо-проводящей. На один из электродов (анод) подается водород, а на второй (катод) атмосферный воздух (рис. 2). Через мембрану могут перемещаться только протоны, электроны же не проходят через нее, впоследствии возникает разность потенциалов.

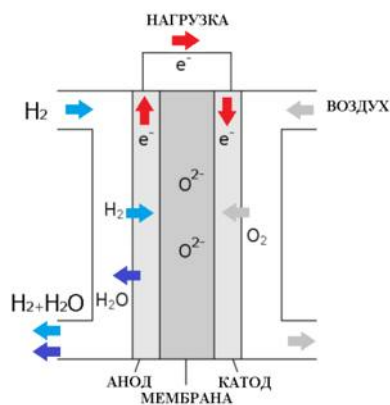


Рис. 2. Принципиальная схема работы ВВТЭ

Между электродами ВВТЭ возникает электродвижущая сила (около одного вольта), которая при подключении нагрузки провоцирует электрохимические процессы:

- регенерация кислорода на катоде;
- диффузия кислорода через протонообменную мембрану к аноду;
- взаимодействие кислорода с молекулами водорода и образованием электронов с водой.

Мощность водород-воздушного топливного элемента может составлять 1–50 кВт.

Применительно к железнодорожному транспорту ВВТЭ должны собираться в наборные секции из различного количества топливных элементов, это будет зависеть от требований заказчика и конструкции машинного отделения тепловоза.

В России планируется только к 2030 г. принять в эксплуатацию экологичные виды топлива. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» подразумевает использовать локомотивы, работающие на водороде и гибридных двигателях. ОАО «РЖД» подписало соглашение совместно с «Синара – Транспортные машины» и «Роснано» о создании локомотивов, работающих на водородных топливных элементах, а также о маневровых локомотивов, использующих гибридную установку на водородных элементах и аккумуляторных батареях.

Применение альтернативных источников энергии

Маневровая работа в ближнем сообщении – около 150 км; магистральные локомотивы и моторвагонные поезда, эксплуатируемые на дальних и не электрифицированных маршрутах. Более перспективным для дальних сообщений считается использование в качестве источника энергии водородные элементы, а не аккумуляторные батареи. Это обусловлено значительно большей дальностью пробега, меньшим временем на заправку и большим количеством поездов, которые могут одновременно заправиться. К примеру, поезд Coradia iLint, разработанные компанией Alstom, эксплуатируется на не электрифицированных маршрутах с дальностью около 1000 км.

Как видно из рис. 4, КПД дизельных двигателей значительно ниже $15 \div 40 \%$, чем у водородных топливных элементов $40 \div 65 \%$, при равных величинах мощности. Также из графика следует, что ТЭ могут применяться в различных диапазонах заданных мощностей. Твердополимерные топливные элементы (низкотемпературные) имеют сопоставимый диапазон мощности с двигателями внутреннего сгорания от $0,01 \text{ кВт} \div 100 \text{ кВт}$, когда как твердооксидные топливные элементы (высокотемпературные) имеют больший диапазон мощностей в пределах от $0,01 \text{ кВт} \div 1 \text{ МВт}$, еще их преимущество состоит в возможности использования не чистого водорода.

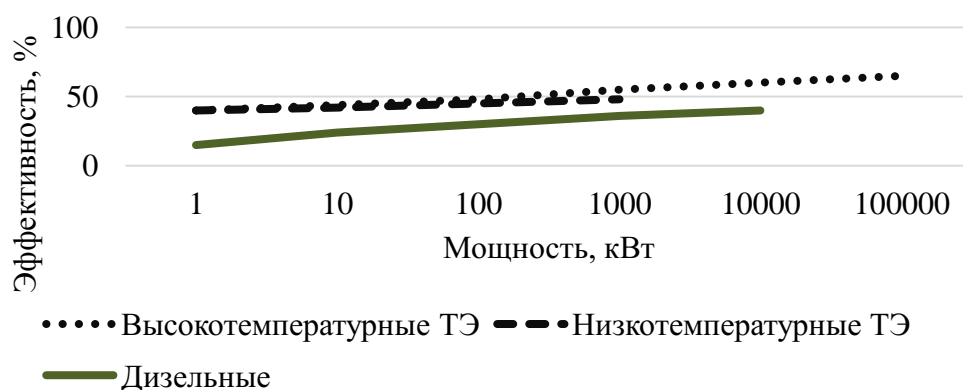


Рис. 3. Сравнительная характеристика водородных топливных элементов и дизельных установок

Преимущества водородных топливных элементов [5]:

- простота конструкции, отсутствие фрикционных частей, систем смазки;
- большая энергоёмкость системы, позволяет сократить вес в 2–5 раз, в сравнении с аккумуляторными источниками энергии;
- высокий КПД (80 % и более);
- длительный срок хранения (не меньше 15 лет);
- экологичность;
- низкая шумность, вибрация;
- способность использовать сборки топливных элементов;
- снижение количества лимитирующего оборудования;
- нулевой выброс CO_2 , при сопоставимой мощности стандартной дизельной установки.

Вывод. Активно развиваются и исследуются работы в области водородной энергетике, а также повышении их полезной работы [6]. Электрохимические источники энергии на сегодняшний день являются эффективным решением для декарбонизации в энергетической сфере. Использование ТЭ в качестве источников энергии обладает рядом неоспоримых преимуществ: быстрая заправка топлива; низкие расходы топлива; высочайшие экологические показатели; большая энергоёмкость; высокий запас хода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Муратов А. В., Петухов С. А. Новые энергосберегающие технологии в локомотивном хозяйстве // Наука и образование транспорту. 2011. № 1. С. 102-104.
- 2 Новак А. Водород: энергия «чистого» будущего // Энергетическая политика. 2021. № 4 (158). С. 6-11.
- 3 Мишкин А. А., Муратов А. В. Анализ работы дизеля тепловоза при частичной замене дизельного топлива водородом // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта: материалы 3-й Международной научно-практической конференции, Самара, 06–07 декабря 2006 год. Самара: Самарская государственная академия путей сообщения, 2006. С. 93-95.
- 4 Локомотив на водороде и гибридные двигатели – все это живые настоящие проекты. URL: <https://gudok.ru/incident/?ID=1576971>
- 5 Лapidус Б. М. Повышение энергоэффективности и перспективы использования водородных топливных элементов на железнодорожном транспорте // Вестник ВНИИЖТ. 2019. Т. 78. № 5.
- 6 Влияние добавок водородосодержащих газов на уровни выбросов вредных веществ дизелями тепловозов / Д. Я. Носырев, А. Г. Старикова, А. В. Муратов, А. А. Мишкин // Известия СНЦ РАН. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. Спецвыпуск. С. 239-241.

СНИЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОФОБНОГО МАТЕРИАЛА

Д. А. Зякин¹, А. А. Свечников²

Введение. Турбокомпрессоры предназначены для обеспечения дизеля надувочным воздухом. Работает турбокомпрессор за счет отработавших газов, которые разгоняют ротор до частоты вращения в 20 000 об/мин., температура отработавших газов может достигать 2000 °С. Так как турбокомпрессор работает в тяжелых условиях, в процессе эксплуатации тепловоза происходит загрязнение элементов турбокомпрессора, в частности рабочего колеса, что приводит к снижению КПД турбокомпрессора. За 6 часов работы слой нагара на рабочем колесе достигает 1,5 мм, что приводит к снижению КПД турбокомпрессора на 5–6 % [1, 2].

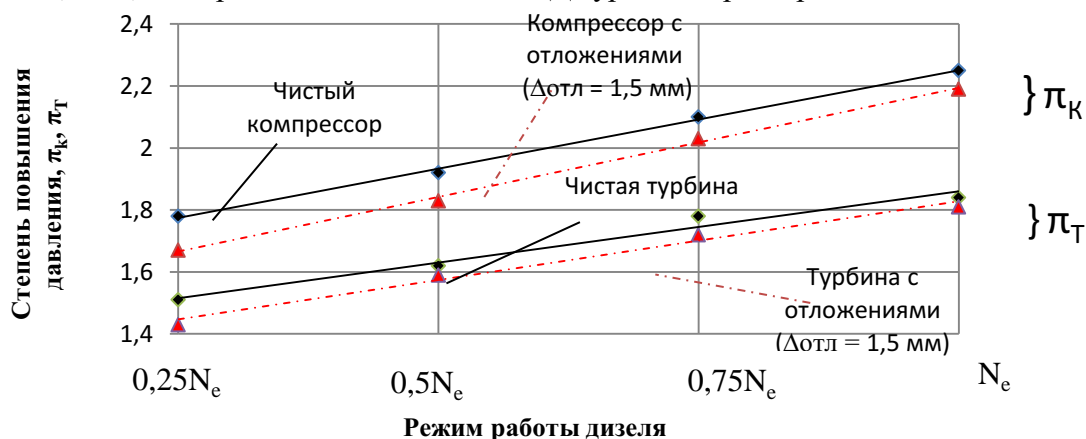


Рис. 1. Влияние загрязнения турбокомпрессора на параметры газотурбинного наддува

Основная часть. Загрязнение происходит из-за того, что отработавшие газы содержат много вредных веществ, в частности сажи и различных мелкодисперсных частиц. Она в свою очередь, под влиянием большой температуры, налипает на лопатки турбокомпрессора, что и ухудшает работу ротора.

Решить данную проблему можно несколькими способами.

Первый способ – это производить чистку турбокомпрессора чаще, но это, на наш взгляд, не целесообразно, так как приводит к увеличению временных и материальных затрат [3].

¹ Зякин Даниил Алексеевич – студент группы ПСЖД-81, факультет ПСиПМ

² Свечников Александр Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

Второй способ – это установка фильтров, что более эффективно, чем первый способ с точки зрения затрат времени. Но этот способ также предполагает определенные материальные затраты на смену фильтров и на поддержание в рабочем состоянии систему фильтрации.

Третий способ – применение гидрофобного материала. По нашему мнению, это самый эффективный способ, так как он не требует периодического контроля работоспособности системы и не требует расходных материалов. Однократная обработка поверхности позволяет сохранять эффект продолжительное время.

Рассмотрим данный способ более подробно, в частности, применение гидрофобного материала на поверхности рабочего колеса, которое даст не только устойчивость к прилипанию загрязняющих частиц, но и к водонепроницаемости и стойкости к коррозии.

Существуют различные способы создания гидрофобного покрытия: травление, лазерная обработка, электрохимическое осаждение наночастиц. Наиболее эффективным методом создания гидрофобного покрытия будет лазерная обработка. Создание гидрофобной поверхности будет производиться в два этапа. На первом этапе создается структура, имитирующая бугорки в 10 мкм, а на втором этапе создается структура, имитирующая нановорсинки с периодом 20–40 нм. Микроскопическая структура обеспечивает гидрофобность металла, так как созданная структура имеет малую контактную площадь.

Для оценки эффективности предложенного решения мы использовали программу Дизель-РК, разработанную в МГТУ им Баумана профессором Кулешовым. В данной программе была заложена реальная модель тепловоза ЧМЭЗ, были взяты данные с протокола реостатных испытаний по мощности, частоты вращения и они были использованы в качестве исходных данных. Моделирование загрязненности турбокомпрессора было произведено условно по КПД. Провели расчеты и с обычным КПД, и с повышенным КПД на 6 %. Полученные результаты приведены ниже на рис. 2.

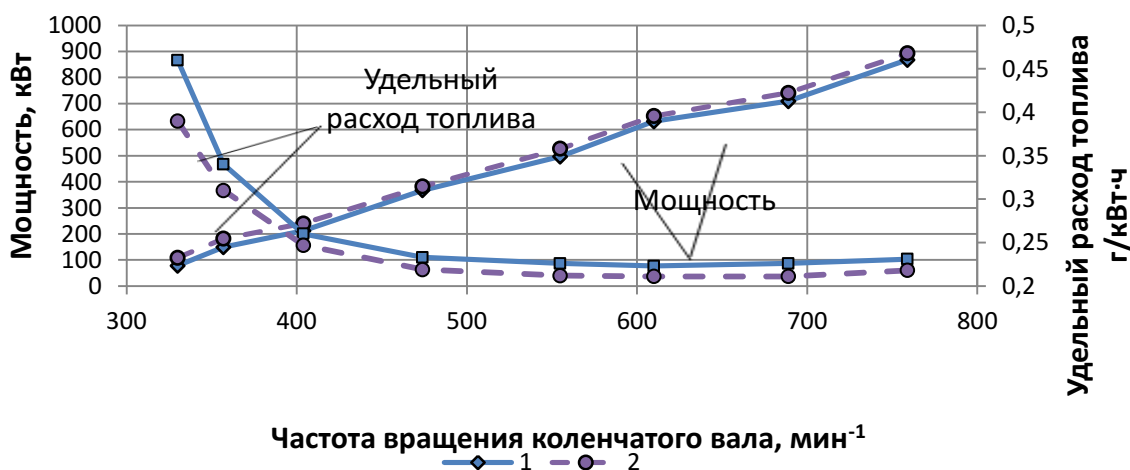


Рис. 2. Зависимость эффективных показателей дизельной установки от частоты вращения коленчатого вала: 1 – заводской турбокомпрессор; 2 – супергидрофобный турбокомпрессор

Заключение. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что мощность и удельный эффективный расход топлива увеличились на 7–12 %. Конкретное процентное значение положительного прироста показателей зависит от скоростного режима работы дизеля.

Для сравнения индикаторных характеристик дизеля с заводским турбокомпрессором и гидрофобным турбокомпрессором построена развернутая индикаторная диаграмма для номинального режима работы силовой установки.

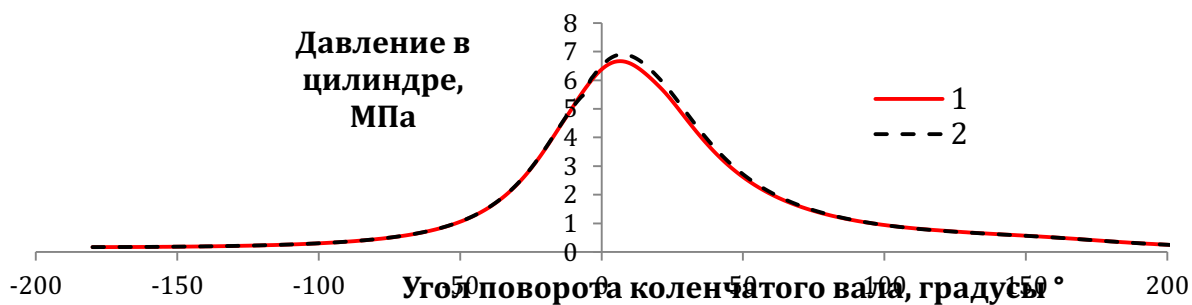


Рис. 3. Развернутая индикаторная диаграмма дизеля тепловоза для номинального режима:
1 – заводской турбокомпрессор; 2 – супергидрофобный турбокомпрессор

На индикаторной диаграмме дизеля виден прирост показателей: площадь индикаторной диаграммы дизеля с гидрофобным турбокомпрессором увеличилась на 8 % по сравнению с площадью индикаторной диаграммы дизеля с заводским турбокомпрессором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Свечников А. А., Метальников И. В. Анализ факторов, влияющих на работоспособность подшипникового узла турбокомпрессора // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли : материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины», Самара, 19–22 февраля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 26-29.
- 2 Свечников А. А. Повышение эффективности и эксплуатационной надежности тепловозных дизелей путем совершенствования системы газозоудного тракта // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4(46). С. 32-36.
- 3 Носырев Д. Я., Балакин А. Ю., Барышников Ю. О.. Стенд для испытания турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: патент на полезную модель № 174050 U1 РФ, МПК G01M 15/09, заявл. 02.02.2017, опубл. 26.09.2017.

УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ ПУТЕМ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА

В. А. Иванов¹, Л. С. Курманова²

Введение. В связи с совершенствованием автономной тяги основной задачей перед холдингом «РЖД» является решение проблемы экологической безопасности дизельного подвижного состава. В рамках запросов на инновации от Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» стоит проблема снижения вредных выбросов в отработавших газах тепловозов при проведении работ в условиях станции реостатных испытаний и пункта экологического контроля [1].

Основная часть. Тяговый автономный подвижной состав является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Основными вредными компонентами отработавших газов дизелей тепловозов являются оксиды азота (NO_x), диоксид углерода (CO_2), углеводороды (C_nH_m) и сажа.

Оксиды азота NO_x образуются при создании необходимых для этого условий, главным образом, после скоротечных реакций горения вследствие высоких температур и неравномерного распределения состава дизельного топлива по объему камеры сгорания [2].

Принимая во внимание угрозу для атмосферы из-за оксидов азота, в первую очередь, монооксидов и диоксидов, которые содержатся в выхлопных газах в диапазоне 0,02–0,5 % по объему либо 0,04–1,02 г/м³ по массе и учитывая возрастающие требования к чистоте отработавших газов транспортных дизелей в большинстве развитых стран, многие из новых первичных методов для снижения выбросов NO_x не достаточны. Поэтому необходимо применение вторичных методов для выполнения требований по повышению экологической безопасности [1, 2].

¹ Иванов Владимир Андреевич – студент группы ПСЖД-92, факультет ПСиПМ

² Курманова Лейла Салимовна – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

Для реализации подобного метода разработано устройство для очистки отработавших газов от оксидов азота путем селективного некаталитического восстановления.

Отличительная особенность устройства по сравнению с имеющимися заключается в гомогенизации аммиака с водяным паром, благодаря чему повышается плотность полученной смеси. Для эффективного перемешивания аммиака с водяным паром в устройстве конструктивно предусмотрены тангенциально противоположные отверстия в направляющих трубах. А управление процессом селективного некаталитического восстановления NO_x возможно осуществлять изменяя давление и плотность полученной гомогенной смеси в направляющих трубах в необходимом диапазоне.

Принцип работы разработанного устройства заключается в подаче аммиачной воды в направляющие трубы с выходными отверстиями, в которых предусмотрены вставки в виде сопла Лавала для подачи водяного пара и аммиака (рис.).

Имеющиеся сопла Лавала, которые расположены в направляющих трубах перед входом в выпускной коллектор, способствуют равномерному смешению отработавшего газа и паров аммиака (NH_3).

Главной особенностью в управлении процессом очистки отработавших газов является получение гомогенной смеси для обеспечения высокоэффективной очистки для того, чтобы свести к минимуму пропуск NH_3 , т.е. наличие NH_3 не вступившего в реакцию на выходе из коллектора. После чего смесь аммиака и отработавшего газа проходит через каталитический нейтрализатор, в котором NO_x превращаются в азот и водяной пар. Процесс очистки NO_x при реализации данного способа не создает вторичных загрязнителей. Продуктами реакции являются только азот и водяной пар.

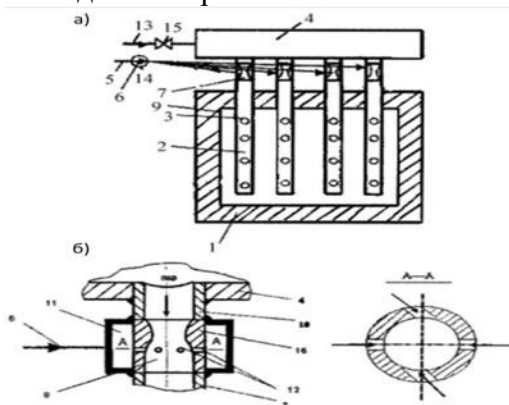


Рис. Принципиальная схема устройства очистки отработавших газов от оксидов азота (а), схема вставки сопла для подачи пара (б); 1 – выпускной коллектор, 2 – направляющие патрубки, 3 – выходные отверстия, 4 – паровой коллектор, 5 – паропровод, 6 – запорный вентиль, 7 – водяной коллектор, 8 – вставка сопла, 9 – боковые стенки, 10 – штуцер, 11 – вставка, 12 – вставка в виде сопла Лавала в расширяющейся части сопла, 13 – трубопровод, 14 – насос дозатора, 15 – запорный клапан, 16 – вставки

Заключение. Таким образом, разработанное техническое решение обеспечит повышение экологической безопасности дизелей тепловозов, за счет снижения концентрации оксидов азота, которое достигается путем смешения аммиачной воды с продуктами сгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография / С. А. Петухов, В. Е. Лазарев, В. В. Асабин [и др.]. Самара : СамГУПС, 2020. 138 с.
- 2 Петухов С. А. Совершенствование режимов запуска тепловозных дизелей // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Самара, 07–08 декабря 2005 года. Самара: СамГАПС, 2006. С. 242-243.
- 3 Петухов С. А., Курманова Л. С., Мазанов А. С. Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: ОмГУПС, 2019. С. 338-345.
- 4 Носырев Д. Я., Петухов С. А. Устройство для очистки дымовых газов от окислов азота: патент на полезную модель № 59439 U1 РФ, МПК В01D 53/56. NO_x , заявл. 10.08.2006, опубл. 27.12.2006.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ И УЧЕТА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

М. Ю. Карпенко¹, С. А. Петухов²

Введение. Устойчивая и надежная работа ДГУ напрямую влияет на эффективность эксплуатации тепловозов. В настоящее время технологический уровень подготовки современного цифрового производства способствует созданию ряда надежных и экономически целесообразных автоматизированных систем регистрации параметров работы тепловозов, способных собирать и анализировать информацию с борта локомотива как в процессе объема обязательных работ при техническом обслуживании и ремонте (это портативные и стационарные системы диагностики), так и процессе эксплуатации (это бортовые системы диагностики) [1, 2, 3].

Основная часть. Значительный опыт по применению систем диагностики с целью мониторинга технического состояния автономных локомотивов имеется у американской компании General Electric. В процессе эксплуатации тепловозов бортовая система диагностики Bright Star позволяет обнаружить неисправности на ранней стадии их возникновения и сократить время непроизводительных простоев. Подобные системы мониторинга создаются большинством зарубежных локомотивных компаний.

Несмотря на значительный опыт зарубежных исследований, на отечественном железнодорожном транспорте имеется большой научно-технический задел, позволяющий создавать автоматизированные системы регистрации параметров работы автономных локомотивов [4, 5].

Проводя анализ имеющейся информации, можно сделать вывод, что существующие автоматизированные системы регистрации параметров работы автономных локомотивов не позволяют контролировать протекание внутрицилиндровых процессов, а также не учитывают влияние скоростного напора воздуха и атмосферных условий.

Для реализации способа оценки технического состояния ДГУ тепловоза с учетом климатических условий разработан и защищен охраняемым документом регистратор режимов работы. Структурная схема регистратора приведена на рисунке.

Функционирование регистратора режимов работы ДГУ осуществляется следующим образом. В процессе эксплуатации тепловоза в микроконтроллер через аналого-цифровой преобразователь и дифференциальные усилители непрерывно поступают сигналы по току и напряжению главного генератора, сигналы по скорости движения тепловоза и сигналы, соответствующие той или иной позиции контроллера машиниста.

Значения напряжений главного генератора фиксируются на клеммах резистора, расположенного в цепи катушек напряжения дифференциального реле. Значения тока главного генератора фиксируются на клеммах килоамперметра. Значения скорости тепловоза фиксируются генератором постоянного тока, который устанавливается на корпус буксового узла первой колесной пары. Положения рукоятки контроллера машиниста фиксируются датчиками, которые устанавливаются на главной рукоятке контроллера.

Данные, поступившие в память Data Flash регистратора, фиксируются и подвергаются обработке в конце рабочей смены. Таким образом, выявленные значения устанавливают причинно-следственную связь, в результате которой снижается мощность тягового генератора во время эксплуатации и сигнализируют о необходимости проведения мер по настройке характеристики ДГУ.

¹ Карпенко Михаил Юрьевич – студент группы ПСЖД-71, факультет ПСиПМ

² Петухов Сергей Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

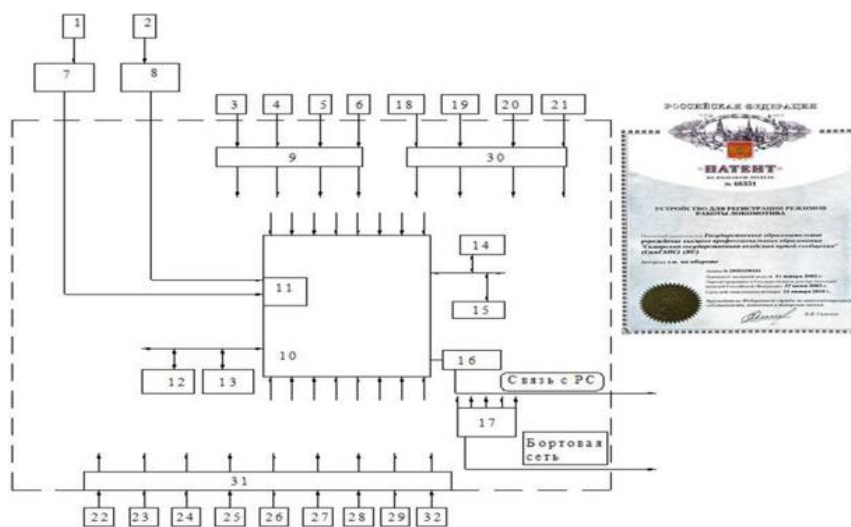


Рис. Устройство для регистрации режимов работы локомотива

Заключение. Алгоритм оценки технического состояния ДГУ тепловозов, оборудованных регистратором режимов работы, который включает в себя непрерывный контроль номенклатуры диагностических параметров в межремонтный период, а именно особенности протекания внутрицилиндровых процессов от температуры и давления, которые могут существенно влиять на мощность ДГУ с последующей фиксацией замечаний в бортовом журнале ТУ-152 при выявлении отклонений выше допустимых значений диагностируемых параметров.

Таким образом, внедрение на автономных локомотивах регистратора режимов работы ДГУ позволит оценить работу локомотива в течение смены, накопить опытно-статистические данные о работе конкретного локомотива, что послужит основой для совершенствования принципов нормирования расхода топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Петухов С. А., Курманова Л. С., Мазанов А. С. Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: ОмГУПС, 2019. С. 338-345.
- 2 Петухов С. А. Совершенствование режимов запуска тепловозных дизелей // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Самара, 07–08 декабря 2005 года. Самара: СамГАПС, 2006. С. 242-243.
- 3 Балакин А. Ю., Росляков А. Д., Шепелин П. В. К вопросу о переходе эксплуатации локомотивов по техническому состоянию // Бюллетень результатов научных исследований. 2015. № 3–4(16-17). С. 7-12.
- 4 Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография / С. А. Петухов [и др.]. Самара: СамГУПС, 2020. 138 с.
- 5 Петухов С. А., Курманова Л. С., Мазанов А. С. Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: ОмГУПС, 2019. С. 338-345.

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ МОТОРНОГО МАСЛА ДИЗЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЗОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

О. Ю. Карпенко¹, С. А. Петухов²

Введение. Диагностика дизелей тепловозов в эксплуатации является главной и востребованной задачей в области экономии топливно-энергетических ресурсов локомотивного парка. Ежегодно в локомотивном депо компания ОАО «РЖД» использует около 140 тыс. т моторного масла и смазок, поэтому число марок смазочных материалов составляет более 100 единиц, это примерно 8–10 % общего расхода масла в Российской Федерации.

При этом большую часть составляют моторные масла – 58,5 %, общий расход осевого, индустриального и компрессорного масла составляет 26,5 %, на смазку редукторов приходится 7,6 %, на буксовый узел – 4,4 %; на зону контакта колеса с рельсом расходуется 2,3 % смазки; 0,7 % – на смазочные материалы зарубежного производства.

На рынке моторных масел для автономных локомотивов, общее потребление составляет 76 тыс. т, из которых 81 % приходится на автономные локомотивы ОАО «РЖД», а 20 % – на локомотивы предприятий, не входящих в ОАО «РЖД».

Основная часть. За контролем и оценкой состояния горюче-смазочных материалов в ОАО «РЖД» следят химико-технические лаборатории. На данный момент в компании действует 165 лабораторий, которые ежегодно исследуют свыше 5 млн проб.

Используя научно-литературные данные, мы провели статистический анализ неисправностей деталей дизелей, который показывает, что неисправности цилиндропоршневой группы (ЦПГ) составляют 37,5 %, кривошипно-шатунный механизм (КШМ) – 12,1 %, топливная аппаратура (ТА) – 26,1 %, газораспределительный механизм (ГРМ) – 6,9 %, другие неисправности – 17,4 % [1, 2].

Для того, чтобы дать оценку работоспособности смазочных материалов необходимо ввести комплексный подход, который содержит в себе методы определения их термоокислительной стабильности, температурной стойкости и триботехнических параметров.

Предложенная система фактического диагностирования моторного масла включает в себя измерительную технику и устройства анализа, имеющийся в картере дизеля, и применяемая для быстрого контроля содержания примесей в моторном масле, частиц износа трущихся деталей дизеля, и определения количества нерастворимых горючих продуктов [3, 4].

Данное устройство выполняет ряд задач, во-первых, это увеличение точности действительного состояния смазочного материала с определением количества частиц износа трущихся деталей дизеля, путем усовершенствования технологии анализа, во-вторых, вывод в бортовую систему локомотива для определения качества моторного масла, находящегося в эксплуатации, зависящее от времени работы, затраченного топлива во время работы дизеля и пройденного пути локомотивом.

Для наилучшей коммуникации информационной базы, в микропроцессоре используется специализированный запрограммированный математический код, который способствует взаимодействию ультразвуковых колебаний с частицами, при этом параметры воздействующих импульсов измеряются так, чтобы колебания поверхности частицы проходили по гармоническому закону с собственной частотой. Также для точного измерения колебаний частиц, учитывают температуру моторного масла из расчета вязких сил.

Данная система начинает свою работу с опроса датчиков, перед пуском дизеля, тем самым, обеспечивается: оптимальный выбор частоты колебаний ультразвуковых излучателей в зависимости от температуры моторного масла; при этом происходит постоянная попеременная взаимосвязь эталонный - металлические частицы и эталонный - угарные частицы, для определения процентного количества угарных и металлических частиц; в зависимости от частоты колебаний и их амплитуд, рассчитывается их количество и размер, возникающих в каналах анализа моторного масла; постоянный контроль соотношений между усредненными

¹ Карпенко Олег Юрьевич – студент группы ПСЖД-72, факультет ПСиПМ

² Петухов Сергей Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

сигналами эталонного канала и канала анализа металлических частиц, и сигналами эталонного канала, и канала анализа угарных частиц для определения интегрального показателя загрязненности моторного масла и сравнения их с существующими стандартами.

Стандартизация информационно-измерительной системы качества моторного масла позволяет установить три основных критерия, которым должна удовлетворять информационная система. Это унифицированность, информативность и сохранность в памяти системы с возможностью ее извлечения с помощью считывателя кодов.

Принцип работы информационно-измерительной системы заключается в контроле качества моторного масла путем проверки соответствия уровня сигналов их эталонным аналогам, заложенным в память.

Заключение. Во время эксплуатации дизелей износ трущихся деталей неизбежен, даже при использовании самых современных моторных масел, присадок, гладких поверхностей деталей данный процесс непрекращающийся. В связи с этим моторное масло является обладателем важнейшей информационной базы, в которой содержатся все сведения о состоянии деталей дизеля. Поэтому регулируя концентрацию частиц износа, можно понимать и определять техническое состояние локомотива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Петухов С. А. Совершенствование режимов запуска тепловозных дизелей // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Самара, 07–08 декабря 2005 года. Самара: СамГАПС, 2006. С. 242-243.
- 2 Петухов С. А., Курманова Л. С., Мазанов А. С. Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : Материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: ОмГУПС, 2019. С. 338-345.
- 3 Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография / С. А. Петухов [и др.]. Самара : СамГУПС, 2020. 138 с.
- 4 Петухов С. А., Курманова Л. С. Система смазки двигателя внутреннего сгорания: патент на полезную модель № 185418 U1 РФ, МПК F01M 5/02.: № 2017123793, заявл. 05.07.2017, опубл. 04.12.2018.

ВНЕДРЕНИЕ УСТРОЙСТВА ПО ЗАЩИТЕ ТУРБОКОМПРЕССОРА ОТ ПОМПАЖА

Д. С. Катаев¹, А. А. Свечников²

Введение. Одним из основных приоритетных направлений развития тепловозного парка, является повышение эксплуатационной надёжности узлов подвижного состава [1, 2].

Турбокомпрессорное устройство тепловоза является одним из наиболее уязвимых узлов в отношении частоты отказов, возникновение которых приводит к ощутимым экономическим последствиям. В процессе эксплуатации в силу различных факторов турбокомпрессор тепловоза изнашивается. Одним из ключевых факторов, который приводит к уменьшению срока эксплуатации турбокомпрессора, является помпаж [3].

Основная часть. Снижение ресурса в эксплуатации приводит не только к рискам люфта и попаданием мелкой стружки в цикл работы во время пути следования, но и полному отказу турбокомпрессора. Начиная с определенного момента времени, состояние турбокомпрессора ухудшается в связи с этим, вырастает шанс отправки тепловоза на неплановый ремонт, что в свою очередь приведёт к дополнительным денежным затратам и простою тепловоза.

На основе опыта из автомобилестроения предложена технология по увеличению ресурса турбокомпрессора и защите его от помпажа. Данная система называется BlowOff, что в переводе с английского «сдувать».

Устройство предназначено для сброса давления в промежутке турбокомпрессор-впускной коллектор.

¹ Катаев Даниил Сергеевич – студент группы ПСЖД-91, факультет ПСиПМ

² Свечников Александр Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

Принцип работы устройства состоит в том, что оно осуществляет стравливание в атмосферу излишнего воздуха, нагнетаемого турбокомпрессором. Особенность дизельного двигателя в том, что он имеет практически во весь свой период работы на тепловозе постоянно нагнетаемый воздух и в случае прекращения работы, нагнетаемый воздух под высоким давлением бьётся изначально об клапана, разворачивается и бьёт крыльчатку турбокомпрессора. Предложенное устройство стравливает лишний воздух, что избавляет нас от эффекта помпажа.

На рис. показана схема компоновки устройства в системе воздухообеспечения тепловоза ТЭМ2.

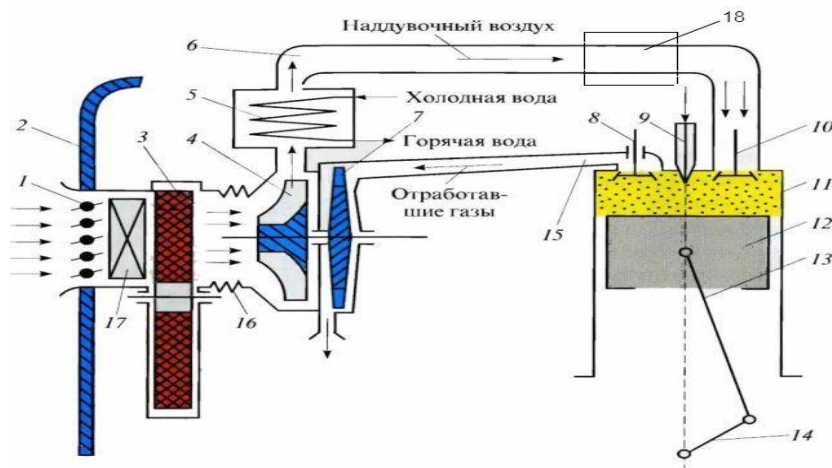


Рис. Схема компоновки устройства защиты турбокомпрессора от помпажа

Устройство защиты от помпажа расположено после воздухоохладителя. 1-жалюзи для забора воздуха из атмосферы. 2-стенка кузова; 3-воздухоочиститель непрерывного действия; 4-нагнетатель; 5-воздухоохладитель; 6- коллектор наддувочный; 7-турбина газовая; 8-клапан выпускной; 9-форсунка; 10-клапан впускной; 11-цилиндр дизеля; 12-поршень; 13- шатун; 14- коленчатый вал; 15-трубопровод выпускной; 16-рукав гибкий; 17-дверки для забора воздуха из-под капота; 18-BlowOff

Заключение. Данное устройство позволяет продлить срок службы турбокомпрессора на локомотиве, тем самым улучшить его ресурсоёмкость, что влечет за собой улучшение экономических показателей.

Разработанное устройство является универсальным и может применяться не только на железнодорожном транспорте, но и в работе морского, речного, автомобильного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Свечников А. А. Повышение эффективности и эксплуатационной надежности тепловозных дизелей путем совершенствования системы газоздушного тракта // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4(46). С. 32-36.
- 2 Снижение стоимости жизненного цикла за счет повышения прогнозирования остаточного ресурса узлов и деталей тепловозных дизелей / Д. Я. Носырев, А. Д. Росляков, А. Ю. Балакин, Е. А. Лысак // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 49-51.
- 3 Свечников А. А., Метальников И. В. Анализ факторов, влияющих на работоспособность подшипникового узла турбокомпрессора // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли : материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины», Самара, 19–22 февраля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 26-29.

ПЕРЕВОД ТЕПЛОВОВОЗОВ НА СМЕСЕВОЕ ТОПЛИВО

Д. Ю. Смолькин¹, А. В. Муратов²

Введение. Создание локомотивов, работающих на альтернативных видах топлива позволит компании снизить выбросы углекислого газа в атмосферу.

В дальнейшем в проекте ведется реализация закупки манёвровых и магистральных тепловозов, работающих на альтернативных видах топлива в нашем случае на природном газе.

Основная часть. Переход тепловозов на смешанные виды топлива повысит тяговые характеристики тепловозов, снизит спрос на локомотивы внутреннего сгорания и уменьшит количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Поэтому стоящая перед нами задача использования смешанных видов топлива для повышения производительности автоматического подвижного состава считается современным достижением нашего времени.

Уже давно установлено, что природный газ, 98 % которого состоит из метана CH_4 , получил свое применение в качестве заменителя дизельного топлива на железнодорожном транспорте [1, 2, 3].

Природный газ (метан) является экологически чистым по сравнению с другими видами альтернативных топлив. Он содержит на 74,9 % меньше углерода и подходит для использования на автономном подвижном составе [4, 5].

В этом году поставили более жесткие требования производителям от ОАО «РЖД», и один из заказов звучит так: начиная с 2025 года, будут закупаться Автономные подвижные составы (тепловозы), которые будут использовать природный газ в качестве дизельного топлива. В связи с этим, согласно заказу машиностроительный завод приступил к разработке локомотива нового типа. В настоящее время спроектирован и построен тепловоз нового типа с газопоршневым двигателем ТЭМ29 ОАО «ТМХ». Его тяговые параметры такие же, как у ТЭМ18ДМ.

Таблица

Конструктивные параметры дизеля

Параметры	Значения
Диаметр поршня, мм	318
Ход поршня, мм	330
Степень сжатия	12,5
Число цилиндров	6
Номинальная частота вращения, об/мин	750
Угол опережения впрыска топлива, град	14
Степень повышения давления в компрессоре	2,4

В качестве дизельного топлива для этого локомотива используется сжиженный природный газ, вместе с этим была спроектирована и создана экспериментальная модель двигателя.

В настоящее время развивается производство газопоршневых локомотивов на базе 2ТЭ25А и ТЭМ7А.

Ведутся разработки по созданию четырехосных маневровых тепловозов с гибридной силовой установкой путем использования отечественных литий-ионных аккумуляторных батарей производства АО «ТМХ» по договору с ОАО «РЖД». Эти тепловозы будут заменять тепловозы типа ЧМЭЗ и ТЭМ18 и эксплуатироваться на пассажирских станциях, в том числе в хорошо охраняемых природных зонах.

¹ Смолькин Дмитрий Юрьевич – студент группы ПСЖД-71, факультет ПСиПМ

² Муратов Алексей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы»

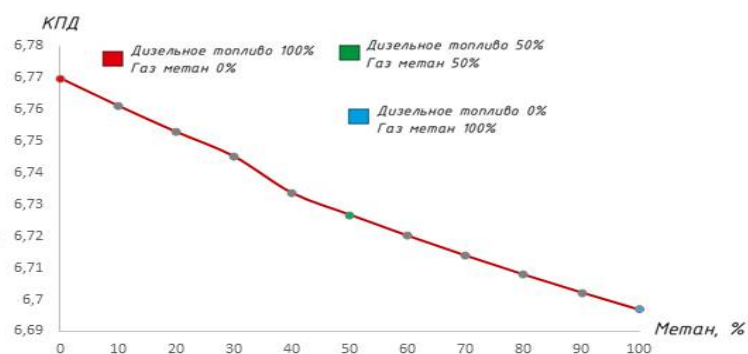


Рис. 1. Диаграмма изменения коэффициента полезного действия, для разных соотношений замещения дизельного топлива и коэффициентов избытка воздуха

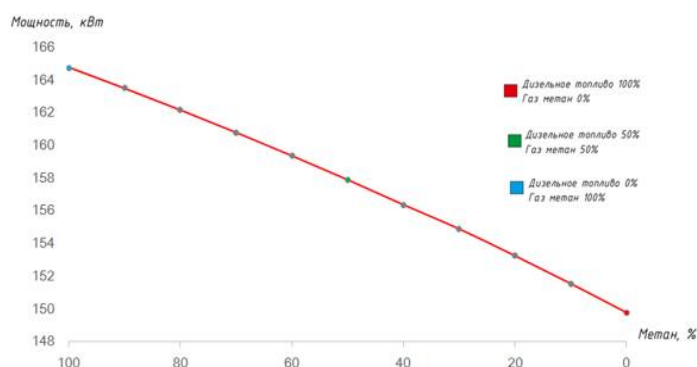


Рис. 2. Диаграмма изменения мощности, для разных соотношений замещения дизельного топлива и коэффициентов избытка воздуха

Построенный согласно полученным расчетам, по методике, предложенной в работе [6], график на рисунке 2 показывает, что при увеличении процентного содержания метана в газовой смеси также пропорционально увеличивается мощность дизеля. Исходные данные для расчета представлены в таблице.

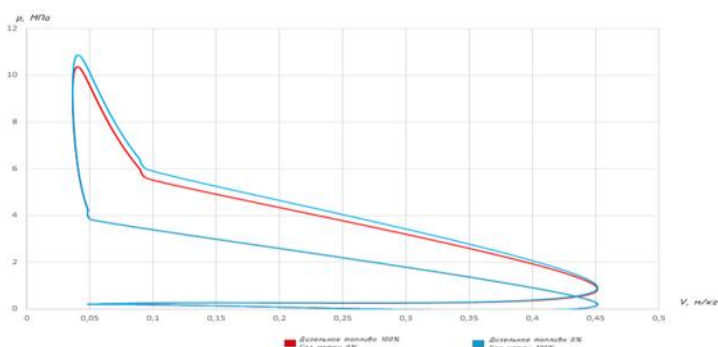


Рис. 3. Индикаторная диаграмма дизеля 1ПД4Д для 100 % дизельного топлива и метана

На представленном выше рис. 3 показано, что процентное соотношение метана (обозначено синим цветом) выше, так как использование дизельного топлива 0 %, а метана 100 %, в связи с чем вырастет давление. Также показано, что при использовании дизельного топлива 100 %, а метана 0 %, процент дизельного топлива, т. е. давление, стал ниже. В связи с этим можно утверждать, что замещение дизельного топлива метаном благоприятно влияет на внутрицилиндровый процесс.

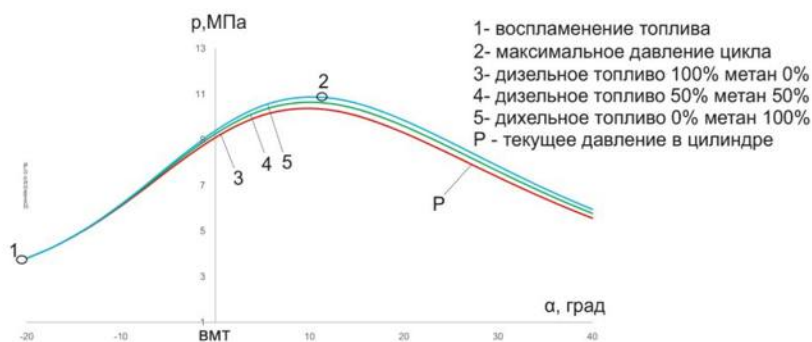


Рис. 4. Индикаторная диаграмма процесса сгорания топлива в координатах $P - \alpha$.
 P – давление в цилиндре дизельного двигателя;
 α - угол поворота кривошипа коленчатого вала

Математические расчеты внутрицилиндровых процессов представлены на рисунке 2. Представленная диаграмма иллюстрирует зависимость давления от процентного содержания метана в топливе. При работе дизеля на стандартном топливе пиковое давление – 10,37 Мпа, а к примеру, в случае работы дизеля на смесевом топливе с содержанием 50 % метана и 50 % стандартного дизельного топлива пиковое давление составляет 10,87 Мпа.

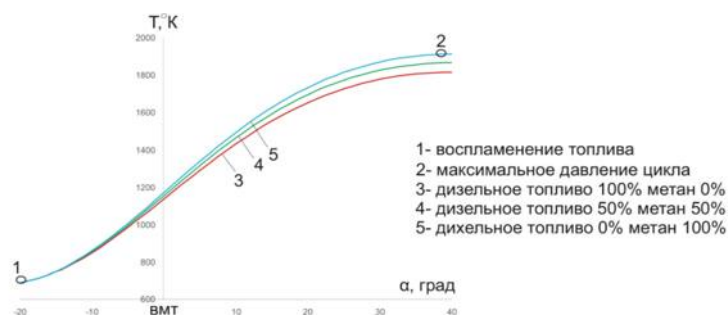


Рис. 5. Индикаторная диаграмма процесса сгорания топлива в координатах $T - \alpha$.
 T – температура в цилиндре дизельного двигателя;
 α - угол поворота кривошипа коленчатого вала.

Как видно из рис. 3, текущая температура в цилиндре T возрастает при использовании метана на всем диапазоне от -20 до 40° изменения угла поворота кривошипа коленчатого вала. Максимальная температура цикла для метана составляет $T_z = 1910$ К, для смеси дизельного топлива и метана в отношении 50 /50 % $T_z = 1910$ К, для дизельного топлива $T_z = 1814$ К.

Заключение. В результате можно высказать свое мнение о том, что переход двигателей тепловозов на природный газ (метан) является правильным выбором. Этот выбор обусловлен тем, что при переводе тепловозов на смешанные виды топлива, во-первых, сократится расход дизельного топлива; во-вторых, выбросы вредных веществ в атмосферу будут сокращены; в-третьих, дешевое топливо по сравнению с дизельным топливом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Муратов А. В., Петухов С. А. Новые энергосберегающие технологии в локомотивном // Наука и образование транспорту. 2011. № 1. С. 102-104.
- 2 Влияние добавок водородосодержащих газов на уровни выбросов вредных веществ дизелями тепловозов / Д. Я. Носырев, А. Г. Старикова, А. В. Муратов, А. А. Мишкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. Спецвыпуск. С. 239-241.
- 3 Балакин А. Ю., Муратов А. В., Бардин Д. С. К вопросу использования природного газа в энергетических установках железнодорожного транспорта // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 3(75). С. 12-17.
- 4 Носырев Д. Я., Муратов А. В., Курманова Л. С. Экспериментальная оценка влияния природного газа на работу дизелей тепловозов // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов : материалы третьей Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 10–11 ноября 2016 года. Омск: ОмГУПС, 2016. С. 124-132.

- 5 Носырев Д. Я., Бочаров А. А., Муратов А. В. Топливоподающая система газодизеля с внутренним смесеобразованием: патент на полезную модель № 50258 U1 РФ, МПК F02M 43/00, заявл. 15.06.2005, опубл. 27.12.2005.
- 6 Вибе И. И. Новое о рабочем цикле двигателей. Свердловск: Машгиз, 1962. 271 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

М. Д. Акулинина¹, Ю. Ю. Оберт²

Введение. Развитие систем мониторинга и контроля технического состояния подвижного состава (ПС) является актуальной задачей во всем мире, как для производителей железнодорожной техники, так и для потребителя – компаний, эксплуатирующих железнодорожный ПС. Решаемая задача направлена на повышение эксплуатационной надежности, безопасности движения, качества и общей эффективности производственных процессов в отрасли железнодорожного транспорта. В настоящее время доступны разнообразные технологии контроля, в том числе замера динамических воздействий на путь и ходовые части подвижного состава, возникающих при движении. Обеспечивается возможность выявления, прогнозирования развития эксплуатационных дефектов ходовых частей ПС и путевых устройств. Стало реальностью проведение предиктивной аналитики процесса эксплуатации ПС, прогнозирование особенностей перевозочного процесса и технологии технического обслуживания [1, 2].

Переход к стратегии прогнозного технического обслуживания повысит безопасность и эффективность капиталоемкого вагонного комплекса, а также повысит его производительность, надежность и доступность его активов, чтобы, в конечном счете, максимизировать экономическую отдачу от него.

В настоящее время повышение эффективности технического мониторинга грузовых вагонов в эксплуатации возможно за счет современных систем технического зрения и анализа получаемых данных в виде цифровых изображений и видеоряда [3-5].

Использование современных технических решений, информационных и сквозных цифровых технологий на железнодорожном транспорте приведет к возможности повышения скоростей движения, внедрению предиктивной диагностики ПС, внедрению интеллектуальной системы управления перевозками и пр.

Цифровая среда способна обеспечить быстрый и надежный обмен информацией между составляющими транспортной железнодорожной инфраструктуры и другими транспортными объектами. Специалистами IT-отрасли ведутся разработки, направленные на создание единой киберфизической системы железнодорожного транспорта, которая обеспечит самостоятельную работу транспортных объектов, управляемых мощными суперкомпьютерами посредством многослойных нейронных сетей. Основной целью при этом выступает возможность реализации высокоскоростного движения, интеллектуальных перевозок в точном соответствии с графиком движения в пути следования поезда [6-8].

Анализ научно-технической и патентной информации в области технического мониторинга грузовых вагонов в эксплуатации показал то, что современные системы технического мониторинга грузовых вагонов в эксплуатации позволяют собирать данные в режиме реального времени о событиях, связанных с техническим состоянием оборудования вагонов (буксовых узлов, колесных пар, тележек, автотормозного оборудования, автосцепного устройства). Анализ собранных событий, например, в виде неисправностей узлов, нарушений технологии обслуживания и ремонта, помогает исследовать цепочку этих взаимосвязанных событий, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации, транспортного происшествия и их последствий. Как только система технического мониторинга обнаруживает закономерность, инициирующую случай возникновения негативного происшествия, она отправляет сигнал тре-

¹ Акулинина Мария Дмитриевна – студент группы ПС-73, факультет ПС и ПМ

² Оберт Юлия Юрьевна – старший преподаватель кафедры «Вагоны»

воги. Для снижения значительного количества отцепок вагонов, вызванных эксплуатационными неисправностями, одновременно с развитием диагностических средств целесообразно развитие системы мониторинга вагонов на основе высокопроизводительного технического зрения с минимально возможной ресурсоёмкостью. Система позволит снизить количество отцепок в текущий ремонт за счет их перевода в категорию предупредительных.

Подтверждает актуальность применение новейших технических средств для выявления неисправностей уровень безопасности движения. С этой целью рассмотрен анализ работ средств диагностики подвижного состава ВЧДЭ Кинель, в границах которого эксплуатируется установки автоматического контроля технического состояния вагонов на ходу поезда, в том числе 59 - КТСМ-02, 1 -КТСМ-03. За 12 месяцев 2021 г. в сравнении с аналогичным периодом 2020 г. количество показаний по результатам работы аппаратуры КТСМ всего составило 6878 показаний (рост на 16,0 % по сравнению с аналогичным периодом 2020г. - 5775 показаний). По итогам диаграммы тревожных показаний аппаратуры КТСМ за 12 месяцев 2021 г. в сравнении с аналогичным периодом 2020 г. можно судить о снижении экстренных случаев.

Наиболее перспективным решением является применение комплекса мониторинга грузовых вагонов в эксплуатации с использованием технического зрения. Система контроля подвагонного пространства грузовых вагонов на основе технического зрения обеспечивает бесконтактное измерение параметров узлов вагонов с помощью устройств технического зрения на основе результатов анализа цифровых изображений узлов и деталей грузовых вагонов. На рисунке приведены цифровые изображения диагностируемого тормозного оборудования вагонов, полученные на ходу поезда.

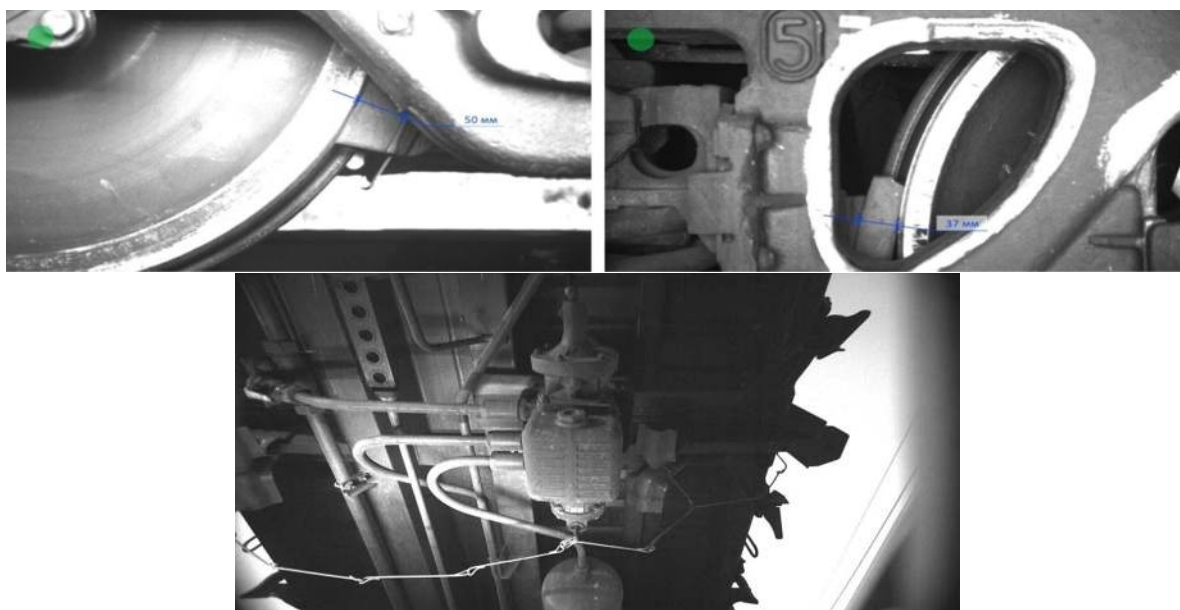


Рис. Цифровые изображения диагностируемого тормозного оборудования вагонов

Задача автоматизации процесса мониторинга технического состояния узлов вагонов с применением системы технического зрения представляется достаточно сложной, поскольку требует применения видеокамер высокого разрешения для обеспечения возможности видеофиксации элементов и узлов вагонов в режиме реального времени. Т. е. необходима оперативная и высокоточная локализация участков контроля. Решение этой задачи – достаточно ресурсоемкое, поскольку, как правило, требуется полный перебор всех участков изображения, полученного в результате видеофиксации при прохождении подвижного состава.

Заключение. За счет применения технического мониторинга грузовых вагонов в пути следования и при подходе к ПТО с использованием новейших технологий и технических средств достоверной и точной диагностики, использования цифровых технологий, а также сетевых систем мониторинга и прогнозирования технического состояния объектов контроля с формированием и автоматизированной выдачей набора данных и рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонту грузовых вагонов можно точно в срок обеспечить исправными грузовыми ва-

гонами станции массовой погрузки и повысить уровень безопасности движения поездов. Кроме того, применение систем мониторинга технического состояния грузовых вагонов позволит повысить эффективность технического обслуживания, сократить количество необоснованных отцепок в текущий ремонт и, в конечном итоге, - увеличить маршрутную скорость и протяженность гарантийных участков следования грузовых составов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шубинский И.Б., Шебе Х., Розенберг Е.Н. О функциональной безопасности сложной технической системы управления с цифровыми двойниками / Надежность. 2021. Т. 21. № 1. С. 38-44.
- 2 Валуев Е. А. Контроль технического состояния вагонов при эксплуатации с целью повышения уровня безопасности движения // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 104-107.
- 3 Жебанов А. В., Коркина С. В. Анализ применения современных средств диагностики подвижного состава на сортировочной станции с целью повышения экономических показателей и объема ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 27-29.
- 4 Коркина С. В., Жебанов А. В., Козак Р. В. Внедрение автоматизированного рабочего места осмотрщика-ремонтника вагонов на ПТО при встрече поездов «Сходу» // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 48-51.
- 5 Тимонина В. В. Выявление на ранней стадии развития и диагностика неисправностей при эксплуатации подвижного состава // Дни студенческой науки : сборник материалов XLV научной конференции обучающихся СамГУПС. Самара: СамГУПС, 2018. С. 42-43.
- 6 Мониторинг технического состояния грузовых вагонов на ходу поезда / В. В. Попов [и др.] // Транспорт Российской Федерации. 2021. № 1-2. С. 92-93.
- 7 Сустаев А. В., Митин Н. В., Коркина С. В. Внедрение информационных технологий в процесс технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1 (4). С. 186-192. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_186.
- 8 Шпетко А. В., Краснова И. А., Коркина С. В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры – основные направления и перспективы // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 201-207. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_201.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ УЧАСТКА ТЕКУЩЕГО ОТЦЕПОЧНОГО РЕМОНТА

Т. А. Александрова¹, А. В. Жебанов²

Введение. Стратегическим приоритетом развития ОАО «РЖД» является повышение качества традиционного сервиса в поездах и сопутствующих перевозке сферах. Большая роль в достижении этой цели отводится вагонному хозяйству.

В настоящее время при организации современного производственного комплекса цифровая маркировка деталей и узлов является одной из наиболее значимых технологических операций, напрямую влияющих на показатели качества выпускаемой продукции. Без маркировки контролировать параметры выпускаемой продукции очень затруднительно и трудоемко [1, 2].

Основная часть. Методы нанесения маркировок различны (метод Data Matrix, RFID метки и др.), но все они нацелены на совершенствование системы взаимодействия технологических процессов, обнаружения в кратчайшие сроки контрафактной продукции железнодорожного транспорта, оптимизацию деятельности в области обеспечения безопасности производства и эксплуатации подвижного состава.

Рассмотрим работу цифровых технологий, связанную с обеспечением хранения и подкати уже отремонтированных колесных пар на различных производственных участках. Анализируя производственные участки ТОП, как структурные единицы, был выявлен факт хранения колесных пар без обозначения на них геометрических показателей и принадлежности собственности. Впоследствии такой способ хранения ведет к увеличению времени идентификация колесной пары и нарушению достоверного учета при подкатке колесных пар непосредственно

¹ Александрова Татьяна Алексеевна – студент группы ПС-73, факультет ПС и ПМ

² Жебанов Александр Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

на вагон. Для решения создавшихся неэффективных условий работы предлагается использовать метод определения классификации колёсной пары, сопровождающийся её пометкой при помощи нанесения QR-кода, RFID-метки или DataMatrix (рисунок 1) [3–5].

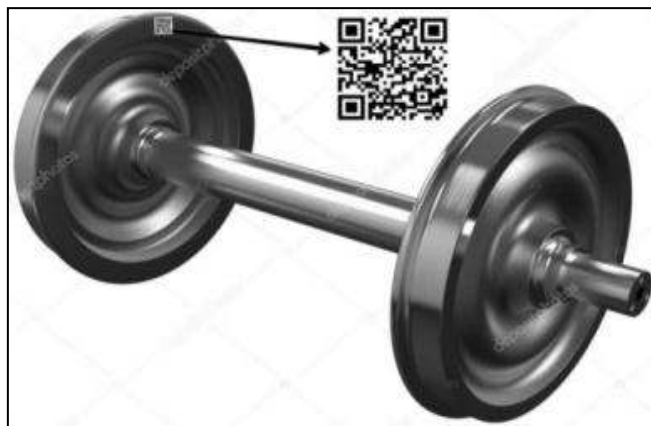


Рис. 1. Использование QR-кода, RFID-метки или DataMatrix для маркировки колёсной пары вагона

На рисунке 2 представлен сценарий взаимодействия метки с системой на примере контроля доступа к информации детали на участке ТОР. RFID-технология основывается на бесконтактном обмене сигналами между меткой, расположенной на отслеживаемом предмете, и ридером. В ее основе лежит радиочастотное электромагнитное излучение (RFID – это Radio Frequency IDentification, т. е. радиочастотная идентификация). Для распространения радиоволнам не нужен искусственный волновод – передача информации может осуществляться бесконтактно и беспрепятственно. Когда промаркированный объект оказывается в зоне действия ридера, тот сканирует электромагнитные волны, распространяемые чипом, анализирует и дешифрует их и отправляет данные в программу учета. Специализированное ПО хранит полученные сведения, в результате чего в системе отражаются произошедшие изменения [6–8].

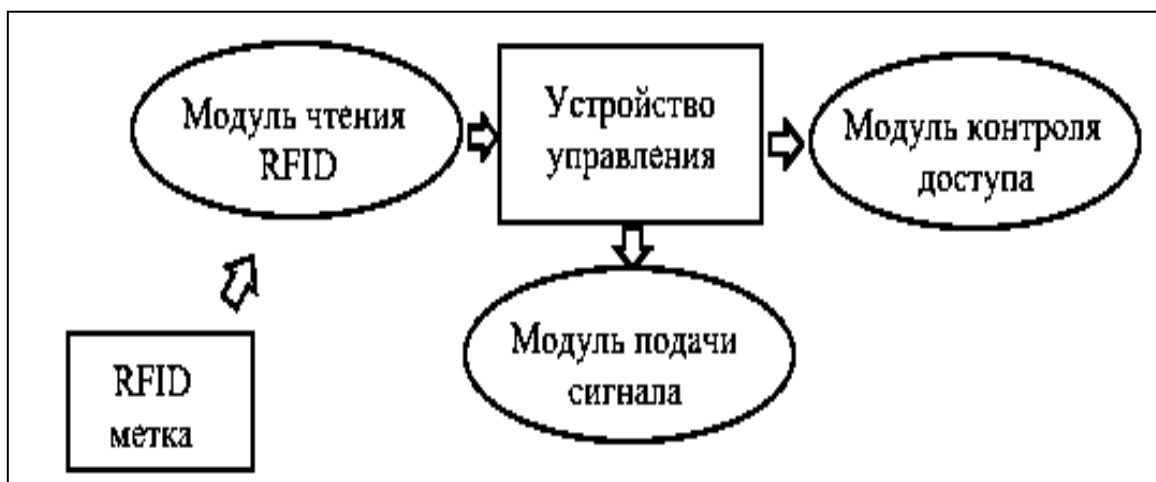


Рис. 2. Концепция взаимодействия метки с системой

На рис. 3 показаны особенности применения флуоресцентной иглоударной двумерной меток прямого нанесения стандарта Data Matrix с использованием выбранного устройства на базе иглоударной двумерной метки прямого нанесения стандарта Data Matrix.



Рис. 3. Схема работы внедряемой технологии

Заключение. Вся эта информация в совокупности дает полную картину по всем параметрам как вагона в целом, так и отдельных его деталей и узлов. В большинстве случаев наиболее полная информация по комплектующим вагона необходима при расследовании каких-либо случаев нарушения безопасности движения или выявления контрафактной продукции. При таких обстоятельствах для вынесения правильного решения и грамотного разбора сложившейся ситуации играет большую роль оперативность, достоверность, полнота предоставленных данных по конкретному узлу или вагона в целом (как единицы подвижного состава). Система маркировки (Data Matrix, RFID метки и др.) дает возможность сохранять полную картину жизненного цикла любой детали, на которой возможно применить эти технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горный С. Г., Юдин К. В. Применение лазерной маркировки в промышленности // Металлообработка. 2003. № 6 (18). С. 21-23.
- 2 ГОСТ Р 57880-2017 Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157537>
- 3 РД № 717-ЦВ-2009. Руководство по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов. URL: <http://scbist.com/vagony-i-vagonnoe-hozyaistvo/19486-717-cv-2009-rukovodstvo-po-tekuschemu-otcepochnomu-remontu-gruzovyh-vagonov.html>
- 4 Григорьев П. В. Особенности технологии RFID и ее применение // Молодой ученый. 2016. № 11 (115). С. 317-322.
- 5 Власов М. RFID: 1 технология – 1000 решений: Практические примеры использования RFID в различных областях. М. : Альпина Паблишер, 2014. 218 с.
- 6 Жебанов А. В. Использование элементов «бережливого производства» в организации работы участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 24-26. – EDN YZAFRJ.
- 7 Коркина С. В., Жебанов А. В. К вопросу о процессе интеграции методов «бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 57-61.
- 8 Жебанов А. В., Коркина С. В. Интеграция системы Кайдзен в технологический процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте: Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2021. С. 29-32.

ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ВАГОННОМ ДЕПО

М. С. Бабушкин¹, Г. Г. Киселев²

Введение. Идентификация повреждений тележек подвижного состава характеризуется свойственным компонентом поддержания их работоспособности. Каждый отдельный узел вагона контролируется перечнем определенных параметров, наличие достоверной и полной структуры которых позволяет наиболее эффективно выявить предотказное состояние раньше возникновения неисправности той или иной части узла. Элементарными техническими средствами в комплекте сумки осмотра-ремонтника вагонов с целью обнаружения дефектности и повреждений в подвижном составе является молоток осмотра вагонов [1], различные шаблоны, досмотровая штанга [2] и др.

Применение перспективных устройств и систем контроля деталей и узлов подвижного состава рационально с финансовой точки зрения и ориентировано на функциональную и инновационную модернизацию холдинга ОАО «РЖД» и обеспечение безопасности движения поездов.

Колесная пара вагона является наиболее ответственной и приоритетной составной частью подвижного состава. Колеса вагонов испытывают на себе максимально возможные удары от неровностей пути и в большей степени оказывают воздействие на функциональность следования подвижного состава. Для обеспечения безопасного проследования подвижного состава по гарантийным участкам на инфраструктуре, колесные пары грузового вагона обязательно становятся объектом постоянного обследования [3].

На пункте технического обслуживания эксплуатационного вагонного депо на предмет выявления дефектов поверхности катания колеса практикуют разного рода функциональные вагонные шаблоны. Вместе с тем статистические данные констатируют совершенно очевидно в этом случае, что существенным фактором на безошибочность и качественность фиксирования снятия показаний является субъективный показатель.

Необходимо сделать акцент на то, что осматривание контролируемых деталей и узлов постоянно осуществляется в неудовлетворительной обстановке вследствие дефицита света, таким образом существенно сокращается возможность обнаружения неисправностей, наряду с этим временной период осмотра может увеличиться [4].

Вагонники на протяжении длительного времени озадачены вопросом реализации новых технологий с применением производительных и рентабельных ресурсосберегающих технических средств для поддержания работоспособности подвижного состава [5, 6].

В интересах гарантирования безопасности движения первостепенным вопросом дирекции инфраструктуры эксплуатации вагонного хозяйства считается контрольно-оценочные критерии техсостояния грузовых вагонов, которые обеспечиваются преимущественно посредством использования рациональных ресурсосберегающих технических средств контроля [7].

Основная часть. С целью увеличения достоверности получения результатов при фиксировании параметров равномерного и неравномерного проката, наваара, толщины гребня и др. в эксплуатационном вагонном депо на пункте технического обслуживания предлагается применение электронного шаблона.

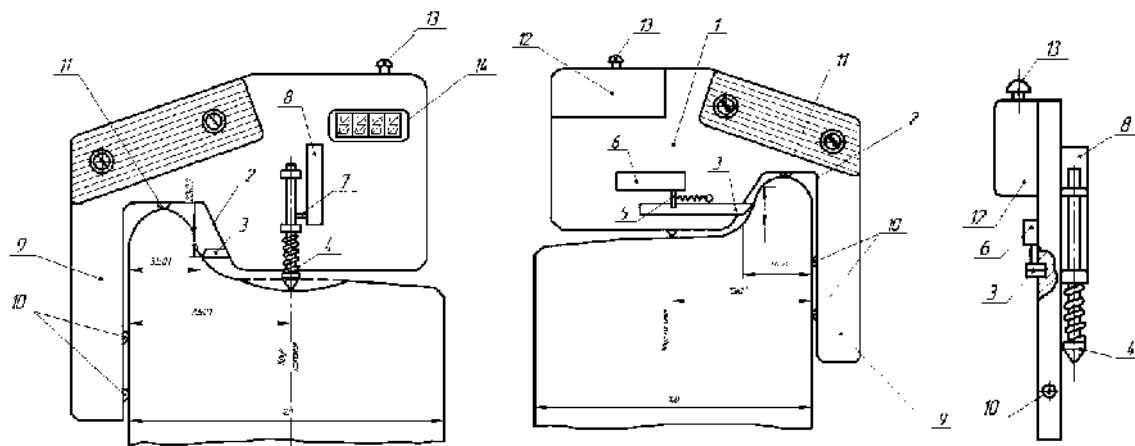
Электронный шаблон (рис. 1) реализован наподобие типового абсолютного шаблона с очертанием профиля колесной пары и оснащен движками с пружинными механизмами, горизонтальный движок предназначен с целью упора к гребню колеса, а вертикальный движок с целью установки его на поверхности катания колесной пары. Вертикальный и горизонтальный движки электронного шаблона заодно связаны с подвижными контактами высокоточных емкостных датчиков, импульсы от которых впоследствии преусилены и трансформации в аналого-цифровом преобразователе (АЦП) задействованы для визуализации на жидкокристаллическом экране с цифровой индикацией.

Вследствие того, что координация отдельного из движков-датчиков электронного им-

¹ Бабушкин Максим Сергеевич – студент группы ПС-73, факультет ПС и ПМ

² Киселев Геннадий Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

пульса пропорционально величине напряжения, в таком случае при малейшем движении одного из движков в результате усиления электрического импульса дает возможность заполучить высокоточный результат измерения, а электронная индикация показателей измерения предоставляет корректность их видения.



1 – корпус; 2 – вырез для гребня колеса; 3 – подпружиненный горизонтальный движок; 4 – подпружиненный вертикальный движок; 5,7 – подвижный контакт; 6, 8 – высокоточные емкостные датчики; 9 – вертикальная полка; 10,11 – электрические контакты; 12 – блок для размещения электрической схемы; 13 – переключатель; 14 – индикатор

Рис. 1. Электронный шаблон для измерения параметров колеса вагона

Электронный шаблон для измерения параметров колеса грузового вагона представляет собой электронное вычислительное устройство с индикацией показаний на экране.

Преимуществом электронного шаблона перед аналоговым механическим представляется тем, что электронный шаблон показывает результаты измерения параметров колеса на экране (равномерный и неравномерный прокат, ползун, навар, толщина гребня и др.). В процессе измерения это весьма целесообразная функциональность, так как при позиционном осмотре подвижного состава первоначально быстрое действие проведения операций осмотра. Электронная индикация результатов измерения соответственно **облегчает процесс снятия показаний параметров колесной пары для начинающих осматривщиков**, так как исключается надобность приобретения навыков владения механизированным абсолютным шаблоном. Так как осматривщик-ремонтник вагона снимает измерения под вагоном при недостаточном освещении [8], а также в ночное время, предлагаемый электронный шаблон оснащен световой индикацией результатов измерения, и чтобы рассмотреть значения результатов замера, излишне не нужно пристально вглядываться – яркие цифры отображаются на экране, что благоприятно в случае плохой видимости.

Электронный шаблон для измерения параметров колесной пары грузового вагона, как правило, характеризуется компактностью, что отражается на его массе. Следовательно, во время процесса измерения контролируемых параметров в неудобных зонах расположения исключается возможность появления дискомфорта. В электронном шаблоне имеются вспомогательные функции, например модуль памяти для хранения измеренных параметров, преобразователь единиц измерения, имеется возможность подсоединения к компьютеру.

На электронном шаблоне может быть встроен блок для передачи информации посредством Bluetooth, NFC или Wi-Fi. С целью увеличения продолжительности действия элементов питания, подсветку предпочтительно необходимо выключать при обстоятельствах, когда в ней нет никакой необходимости. В качестве рекомендаций необходимо систематически держать в запасе элементы питания, для того чтобы не произошло непредвиденных обстоятельств.

Согласно инструкции для осматривщиков вагонов абсолютный шаблон для измерения поверхности катания и толщины гребня колесной пары находится в сумке осматривщика и для того, чтобы произвести измерения его нужно будет найти в числе остальных инструментов и шаблонов, располагающихся в сумке.

Удобным месторасположением электронного шаблона, взамен его нахождения в сумке осматривщика служит набедренная платформа, представленная на рисунке 2, которая делает возможным практичность его применения и хранения, в случае если осматривщик дислоциру-

ется под вагоном, что в итоге существенно уменьшит продолжительность измерения контролируемых параметров колесной пары.



Рис. 2. Набедрная платформа

Заключение. Финансовая целесообразность заключается в высокой точности и достоверности определения контролируемых параметров колесных пар. Кардинальные изменения позволяют: уменьшить время на выполнение замера; повысить точность измерений; сократить трудоёмкость; снизить воздействие опасных факторов; минимизировать время нахождения осмотрщика в необходимой позиции.

В результате рассмотренного вопроса по внедрению ресурсосберегающих технических средств в эксплуатационном вагонном депо подтверждается, что предложенные мероприятия дают возможность ввиду их применения минимизировать продолжительность измерения контролируемых параметров колеса. Высвободившееся время, возможно, задействовать преимущественно в целях качественного обследования грузовых вагонов и таким образом улучшить проведение технического обслуживания, благодаря этому будет гарантирована безопасность движения поездов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дорощева Д. С. Разработка усовершенствованного молотка осмотрщика вагонов // Дни студенческой науки : сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся СамГУПС. В трех томах, Самара, 02–25 апреля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 57-58.
- 2 Киселев Г. Г., Коркина С. В., Сафронов С. В. Досмотровая штанга для контроля труднодоступных мест: патент на полезную модель № 184236 U1 РФ, МПК В61К 13/00, G02В 23/26, заявлено 07.06.2018, опубл. 18.10.2018, бюл. № 29.
- 3 Киселев Г. Г. Совершенствование технологии осмотра грузовых вагонов с целью оперативного и качественного обнаружения неисправностей // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 33-36.
- 4 Киселев Г. Г., Захарова Ю. П. Видеомониторинг работы осмотрщиков вагонов на ПТО с регистрацией выполнения технологических операций // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 36-38.
- 5 Рыженков А. А. Разработка робототехнического комплекса для проведения технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: СамГУПС, 2020. С. 80-82.
- 6 Киселев Г. Г., Рыженков А. А. Робототехническое средство для проведения технического обслуживания грузовых вагонов: патент на полезную модель № 195844 U1 РФ, МПК В61К 9/00, заявлено 13.11.2019, опубл. 06.02.2020, бюл. № 4.
- 7 Фархутдинов Р. Ф. Повышение достоверности выявления дефектов в литых деталях грузового вагона при его техническом диагностировании на ПТО // Дни студенческой науки: сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся СамГУПС. В трех томах. 2019. С. 61-62.
- 8 Кузнецов И. Э. Повышение качества контроля соблюдения технологической дисциплины при осмотре вагонов на ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 109-110.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ПАРКАХ ПТО

О. А. Батищева¹, И. В. Чепурченко², С. В. Коркина³

Введение. На современном этапе экономического развития Российской Федерации наблюдается активное внедрение цифровых технологий во всех отраслях деятельности человека. Создание цифровой транспортной инфраструктуры, цифровизация транспортных средств (подвижного состава), создание новых цифровых сервисов и многое другое – составляющие программы цифровизации транспортной отрасли. Однако необходимо отметить, что указанные и другие проекты реализуются не во всех компаниях, зачастую только в отдельных регионах страны. Имеет место низкий уровень контроля и интеграции цифровых решений на федеральном уровне [1, 2].

Предпосылками к расширению сферы внедрения сквозных цифровых технологий в транспортной отрасли, в которой одно из ведущих мест занимает железнодорожный транспорт, выступают следующие вызовы и риски: недостаточный уровень безопасности движения, низкая эффективность процесса перевозок, значительный объем бумажной документации, недостаточная скоординированность перевозчика, собственников вагонного парка и грузов и эксплуатирующего вагонный парк организаций, отсутствие мониторинга технического состояния транспортной инфраструктуры, в том числе – вагонного парка, в течение всего этапах жизненного цикла объектов. Решением указанных проблем и должна стать развивающаяся цифровая трансформация (цифровизация) транспортной отрасли [3].

Основная часть. Как обозначено выше, одним из направлений развития процесса цифровизации железнодорожной отрасли должно быть создание цифрового инструмента для реализации контроля состояния объектов инфраструктуры, в том числе подвижного состава. Это обеспечит возможность проведения предиктивной аналитики с последующим выводом о необходимости корректировки процесса технического обслуживания и проведения соответствующего вида ремонта. Так, например, в 2019 году в ОАО «РЖД» реализован пилотный проект создания «Сервиса контроля жизненного цикла колёсных пар грузового вагона» на цифровой платформе «Распределённый реестр данных». Разработка и внедрение проекта обусловлены рисками приобретения и подкатки под вагон контрафактных (некачественных) колесных пар. Причиной возникновения вторичного рынка является дефицит колесных пар.

Кроме того, разработано программное обеспечение (с расширением функционала и состава участников) для проекта «Сервис контроля жизненного цикла грузовых вагонов» на цифровой платформе «Распределённый реестр данных» (РРД ГВ). Дополнительно объектами учета стали литые детали тележки – боковая рама и наддресорная балка, предусмотрен сервис учета и контроля процесса покупки и продажи деталей, обеспечена интеграция РРД ГВ в автоматизированные системы ОАО «РЖД». Таким образом, весь жизненный цикл основных, ключевых деталей и вагонов в целом может стать доступным в созданной доверенной среде.

Результаты проведенной оценки проекта по КП показали, что сроки ремонта колёсных пар могут быть значительно сокращены благодаря тому, что в доверенной среде быстрее и эффективнее проходят процессы и согласования между партнёрами.

Пример формирования экосистемы для вовлечения внешних партнеров в вагонном хозяйстве и системе грузовых перевозок приведен на рисунке 1. Основная ценность заключается в том, что система РРД ГВ выступает единым решением, когда все участники становятся реестродержателями (все участники разворачивают свой блокчейн-узел и поддерживают работоспособность РРД ГВ, наполняя данными из своих автоматизированных систем).

¹ Батищева Ольга Александровна – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Чепурченко Илья Вадимович – к.т.н., руководитель отраслевого транспортного направления АНО ВО «Университет Иннополис»

³ Коркина Светлана Владимировна – заведующий кафедрой «Вагоны»



Рис. 1. Экосистема для вовлечения внешних партнеров в вагонном хозяйстве и системе грузовых перевозок

Одним из направлений развития процесса цифровизации вагонного хозяйства является создание цифровых двойников вагонов [4]. Цифровой двойник представляет собой изменяющееся виртуальное отображение физического процесса или объекта, которое сопровождает его в течение всего жизненного цикла, фиксируя и учитывая функции и особенности узлов и структурных элементов, составных частей.

Цифровой двойник каждой подвижной единицы (грузового вагона) позволяет анализировать, изучать текущее состояние узлов, прогнозировать процесс изменения технического состояния с помощью вероятностного моделирования и посредством обратной связи – выдавать рекомендации по управляющим воздействиям. Таким образом, цифровые двойники решают задачу фиксации и прогнозирования развития, накопления различного рода повреждений на каждой конкретной единице вагонного парка с учетом особенностей конструкции, начального и текущего технического состояния, уровней загрузки и нагружений узлов и элементов, условий технического обслуживания, эксплуатации и ремонта (рисунок 2).



Рис. 2. Создание цифрового двойника грузового вагона

Основными этапами создания цифрового двойника грузового вагона являются:

- организация обмена данными между физическим объектом и его цифровой виртуальной моделью, т. е. реализация мониторинга и контроля состояния на каждой подвижной единице, либо интеграция информации с существующих стационарных систем автоматизированного контроля по каждому вагону;
- создание моделей накопления и развития неисправностей, повреждений различной природы всех узлов вагона;
- разработка и применение методов предиктивной аналитики для выдачи прогноза, ресурса каждой подвижной единицы (узла, элемента вагона);
- верификация и оценка валидности разработанных моделей;
- обеспечение обратной связи от цифрового двойника к физическому объекту посредством управляющего воздействия (к примеру – установление (корректировка) сроков проведения определенного вида ремонта).

В настоящее время в мире широко внедряется система ремонтов подвижного состава по техническому состоянию, когда ремонт узлов и элементов производится при достижении критического износа, в то время как в России принята планово-предупредительная система. Использование цифровых двойников каждой единицы позволит не проводить планово-предупредительные ремонты, а исходить из выработки и прогнозирования ресурса узла вагона и его технического состояния. Это, в свою очередь, приведет к увеличению межремонтного пробега и сокращению затрат на закупку запасных частей и материалов. С другой стороны – обеспечит повышение безопасности движения и аварийных ситуаций за счет выявления предотказного состояния узла.

Таким образом, действующие автоматизированные системы контроля технического состояния вагонов в эксплуатации должны стать источником данных для создания цифровых двойников каждой подвижной единицы.

Однако техническое состояние узлов оценивается и при визуальном контроле и проведении замеров характерных параметров на ПТО. Для сбора, организации хранения и передачи данных, полученных при техническом обслуживании вагонов осмотрщиками-ремонтниками, предлагается использовать технологии дополненной реальности.

Также необходимо отметить, что для обеспечения требуемого качества технического обслуживания (ТО) грузовых вагонов на ПТО крупных сортировочных станций необходимо усиление контроля дисциплины персонала (осмотрщиков-ремонтников вагонов), времени проведения технического обслуживания, содержания ТО, повышение их мотивации и ответственности при реализации предусмотренных нормативной документацией технологических операций.

Предлагается создание автоматизированной системы, включающей средства дополненной реальности, которая будет аккумулировать информацию о ТО вагонов, анализировать ее и передавать в АСУ ПТО (АСУ Станции). Далее информация будет интегрироваться в единую базу для создания цифрового двойника каждого вагона (по его номеру) на протяжении всего жизненного цикла подвижной единицы.

Информационная система с использованием средств дополненной реальности включает очки дополненной реальности осмотрщиков-ремонтников вагонов, которые обеспечивают фиксацию проводимых технологических операций при ТО; время технического обслуживания вагона; номер вагона и его деталей и узлов; фиксацию (фото- или видеосъемка) неисправностей, выявленных в процессе ТО; порядок проведения осмотра вагонов и другие возможные действия персонала.

Основными этапами создания единой системы являются:

- изучение и анализ нормативных документов по ТО вагонов на ПТО;
- разработка концепции и правил формирования информационной системы (фиксируемые параметры, действия и пр.);
- разработка плана интеграции получаемой информации в АСУ ПТО и электронные паспорта подвижного состава;
- разработка программного обеспечения под очки дополненной реальности;
- разработка сетевого протокола для передачи данных в АСУ ПТО с очков дополненной реальности;
- разработка механизма интеграции данных для создания единой базы цифровых двойников каждой единицы грузового вагонного парка.

Единое информационное пространство разрабатываемой системы с применением дополненной реальности является направлением цифровизации железнодорожного транспорта: создание единой АСУ, электронного паспорта с автоматическим формированием данных и последующем создании цифрового двойника. При этом позволяет реализовать геоинформационную систему, пространственную визуализацию конструктивных особенностей вагонов грузовых и пассажирских.

Накопительная информация, вносимая в электронный паспорт вагона, в дальнейшем позволит более точно анализировать причины нарушения безопасности, нарушений в работе, обслуживания подвижного состава и т. п.

Кроме того, очки дополненной реальности могут быть использованы для повышения качества обучения производственного персонала (осмотрщиков-ремонтников вагонов) на ПТО. Для этого в программном обеспечении предусматривается возможность дополнения реальной картины сведениями из нормативных документов, характеристиками узлов, описанием конструктивных особенностей модели и типа узла или вагона в целом. Известно, что средства и технологии виртуальной и дополненной реальности значительно повышают качество и эффективность профессионального обучения, мотивацию к обучению и общий уровень квалификации и интеллекта работников [5-8].

Заключение. Результатом разработки и внедрения описанной единой информационной системы с применением дополненной реальности станет повышение информативности и эффективности технического обслуживания и контроля технического состояния грузовых вагонов на ПТО, обеспечение контроля технологической дисциплины производственного персонала, и, в конечном итоге, - повышение уровня безопасности движения поездов, информационное дополнение цифровых двойников подвижных единиц и возможность прогнозирования ресурса узлов и деталей грузовых вагонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Абдуллин Л. М., Колдякина А. А., Коркина С. В. Перспективы и проблемы процесса цифровизации транспортного образования // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 180-185. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_180.
- 2 Шпетко А. В., Краснова И. А., Коркина С. В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры - основные направления и перспективы // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 201-207. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_201.
- 3 Паспорт Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11374?type=>
- 4 Концепция цифрового двойника парка грузовых вагонов. Режим доступа: <http://мояколея1520.рф/new/7429/>.
- 5 Коркина С. В., Жебанов А. В. Применение технологий виртуальной реальности при обучении проводников пассажирского вагона // *Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС*. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2021. С. 46-50.
- 6 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка сцены и моделей виртуальной реальности тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорту*. 2020. № 1. С. 61-64.
- 7 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка виртуального тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорту*. 2020. № 1. С. 65-68.
- 8 Применение технологий виртуальной реальности при обучении и контроле профессиональных навыков проводника пассажирского вагона / С. В. Коркина, А. В. Жебанов, В. В. Авсиевич, Ю. К. Мустафаев // *Наука и образование транспорту*. 2019. № 1. С. 38-42.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФРИКЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАДРЕССОРНОЙ БАЛКИ И БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

К. А. Болдырева¹, А. В. Клюканов²

Введение. Обеспечение производительности деятельности железнодорожного транспорта не обходится без улучшения технологии ремонтного процесса. В сравнение с производством новых деталей, восстановление изношенных является более экономичным и менее трудоемким процессом [1].

В процессе эксплуатации детали подвижного состава теряют свои исходные механические свойства из-за износа. Принимая во внимание трудоемкость работ по поддержанию и ремонту

¹ Болдырева Кристина Алексеевна – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Клюканов Алексей Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

деталей и узлов подвижного состава в рабочем состоянии, крайне важно повышать срок службы деталей и снижать затраты, требуемые для восстановления их исправного состояния.

Усовершенствование процесса технологии ремонта заключается в обращении внимания каждому этапу восстановления, влияющего на результат ремонта. В последующем, придерживаясь такого принципа, есть вероятность достижения подходящего режима проведения технологических операций. Сложность данного метода может заключаться в том, что не все операции можно проанализировать и привести их к единой модели технологического процесса.

Одним из способов восстановления изношенных деталей тележки вагона, является наплавка. Этот процесс производится на специализированных стендах, оборудованных устройствами для сварки и наплавки [2]. Наплавка металла на поверхность детали придаёт ей необходимые механические и физико-механические свойства и тем самым повышает надёжность и долговечность работы и снижает себестоимость. Нанесение износостойкого слоя на поверхность стали осуществляется наплавкой электродами, присадочными прутками, зернистыми порошками, содержащими легирующие элементы, а также за счёт перехода износостойких металлов и их соединений их специальных флюсов (обмазок) при расплавлении [2].

Для автоматизации процесса наплавки применяются наплавочные установки. В качестве объектов восстановления могут быть приняты фрикционные поверхности надрессорной балки и боковой рамы тележки. Методом наплавки восстанавливаются изношенные опорные поверхности, наружный и внутренний борт подпятника, наклонные поверхности балки и рамы [3].

Этапы технологического процесса наплавки [4]:

- снятие, обмывка, транспортировка деталей;
- составление документации;
- проверка размеров;
- выставление параметров режима наплавки;
- процесс наплавки и остывание детали;
- проверка выходных размеров;
- выпуск детали после ремонта.

Актуальным направлением является совершенствование работы по автоматизации процесса наплавленных деталей путём снижения уровня термических напряжений в зонах и их максимальной концентрации. Предлагаемый автоматический станок предназначается для электродуговой наплавки, например, твердым порошкообразным сплавом. Станок представляет собой вращающуюся сварочную головку, смонтированную на станине и имеющую возможность перемещаться вдоль станины, а также вверх-вниз, в заданных пределах [5]. Поврежденная балка устанавливается на звене робота, и подводится двигателем в зону обработки. При необходимости надрессорная балка может поворачиваться относительно главной оси на нужный угол в пределах от 0° до 360° .

Станок позволяет восстанавливать наплавкой: опорные поверхности подпятника по спирали с автоматическим смещением электрода на шаг наплавки; внутренние поверхности наружного бурта подпятника; наклонные поверхности в линейном режиме с автоматическим смещением электрода на шаг наплавки.

Для наплавки требуемой поверхности смежными извилистыми слоями сплава применен калибр, подвижно расположенный на сварочно-сборочном столе. Такой калибр имеет выемку, имеющую геометрию наплавленного контура, к которому может ходить жестко связанный с электродом штифт, управляющий за счёт коммутационного аппарата, контактов и передаточных механизмов изменения скорости перемещения электрического проводника и передвижением сварочно-сборочного стола.

Скользящие контакты расположены так, чтобы обратный ход электрода обеспечивался между моментами пуска в ход и остановкой стола; с этой целью калибр упруго укреплен в рамке, одна из пластин которой оборудована демпферными поступательными звеньями и скреплена с рейкой, передающей перемещение калибра подвижной крышке корпуса, в которой расположены контакты, управляющие движением стола, и другие контакты, управляющие положением электрода [6].

С целью сохранения постоянной линейной скорости движения электрода и траектории пути электрода, стол и электрод имеет возможность перемещаться. Для чего контакты управления электрода связаны с валом стола так, чтобы остановка и обратное движение электрода происходило только при пуске в ход и остановке стола. Однофазный переключатель, связан посредством реле, с механической муфтой сцепления.

Реализуемый станком метод обеспечивает снижение среднего значения и щадящее перераспределение напряжений под действием температуры электрода в восстанавливаемых наплавкой металла сборочных единицах, что минимизирует риски образования различного рода нарушений сплошности металла на всех этапах жизненного цикла детали. Кроме того, упрощается и становится более надёжным подвод расплавленного металла. Также автоматический станок позволяет повысить эксплуатационные свойства надрессорных и боковых рам на стадии их ремонта. При этом экономия металла составит не менее 3 % от массы восстанавливаемых деталей.

По сравнению с ручной наплавкой, автоматический станок имеет ряд преимуществ:

- значительное сокращение затрачиваемого времени;
- сокращение количества работников;
- восстановление поверхностей до альбомных размеров;
- повышение производительности;
- экономический эффект;
- уменьшение площади тележечного участка.

Вывод: модернизация производственного процесса путем внедрения автоматического станка по восстановлению фрикционных поверхностей надрессорной балки и боковой рамы тележек вагонов позволит существенно оптимизировать процесс ремонта, повысить безопасность и производительность труда, сократить экономические затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бацов С. В., Авсюкевич Д. А., Энгеловских С. И. Инновационный подход к ремонту литых деталей тележек грузовых вагонов // Вестник Института проблем естественных монополий: техника железных дорог. 2012. С. 22-27.
- 2 Даровский Г. В. Оборудование для повышения износостойкости и восстановления деталей машин. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2017. 170 с.
- 3 Емельянов В. И. Многоэлектродная автоматическая наплавка под флюсом. Москва: Трансжелдориздат, 2001. 136 с.
- 4 Лозинский Г. В. Эффективные методы восстановления деталей // Железнодорожный транспорт. 1998. № 9. С. 36-41.
- 5 Иванов В. А., Ключанов А. В. Угловые погрешности при изготовлении деталей // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С.47-50.
- 6 Войнов К. Н. Прогнозирование надёжности механических систем. Спб.: Машиностроение, 2002 208 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХОДОВЫХ ЧАСТЕЙ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ПОДХОДЕ К ПТО

С. П. Воеводина¹, А. Д. Потапова², Ю. Ю. Оберт³

Введение. В настоящее время ОАО «РЖД» функционирует в условиях активной информатизации и цифровизации производственных процессов на железнодорожном транспорте, поэтому в основу функционирования ПТО крупных станций должно быть положено кардинальное изменение технологий диагностики и контроля состояния узлов и элементов грузовых вагонов при движении поезда на подходах к ПТО [1]. Компания нацелена на внедрение и совершенствование современных информационных систем, автоматизацию процесса контроля, повышение выявляемости неисправностей при движении поезда на перегоне, при-

¹ Воеводина Софья Павловна – студент группы ПСЖД-93 факультета ПС ПМ

² Протасова Александра Дмитриевна – студент группы ПСЖД-93 факультета ПС ПМ

³ Оберт Юлия Юрьевна – старший преподаватель кафедры «Вагоны»

легающем к ПТО станции. Работа автоматизированных систем предусматривает выявление неисправного узла или детали вагона автоматически, что позволит со временем исключить осмотр вагонов на ПТО, сократить влияние человеческого фактора на качество и эффективность эксплуатации вагонного парка.

Основная часть. В настоящее время значительное количество научных разработок ведутся в направлении совершенствования качества технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО, выявляемости дефектов при осмотре [2,3] и при встрече поезда «сходу» [4]. Однако главной целью на современном этапе технологического развития железнодорожного транспорта является автоматизация и цифровизация контроля технического состояния вагонов в эксплуатации, внедрение безлюдных технологий [5].

В связи с этим к автоматизированным средствам диагностирования узлов и элементов вагонов на ходу поезда предъявляются высокие требования надёжности и быстродействия, а также устойчивости к влиянию окружающих факторов [6].

Согласно ГОСТ [6], диагностические системы и комплексы контроля состояния вагонов при движении поезда по перегону должны обеспечивать выявление следующих дефектов узлов вагонов: нагрев буксы и обнаружение (нагрев) заторможенных колёс; нарушение габарита подвижного состава; несоответствие нормативным геометрическим параметрам колесных пар; сползание буксового узла с оси колесной пары; обнаружение волочащихся деталей и пр. [6].

Согласно анализу известных современных отечественных и зарубежных разработок в области создания и совершенствования средств контроля подвижного состава на ходу поезда показывает, что развитие указанных технических средств и технологий происходит по следующим основным направлениям [7]. Первое направление – выявление неисправностей, наличие и несвоевременное устранение которых несет непосредственную угрозу безопасности движения железнодорожного транспорта. Ко второму направлению относятся технические средства и системы контроля, позволяющие оценить фактическое состояние, а информация, полученная на ПТО от этих устройств, является диагностической и может быть использована в процессе ТО и ремонта вагонов и их узлов.

В настоящее время во многих странах внедрены и развиваются автоматизированные системы, предназначенные для контроля и диагностики технического состояния подвижного состава в движении, в том числе для оценки параметров, характеризующих состояние колесных пар. Принцип действия большей части таких систем основан на применении оптического бесконтактного измерения диаметра цельнокатаного колеса, толщины и высоты гребня, толщины обода, ширины поверхности катания, которая подвержена интенсивному износу. Таким образом, работа этих систем направлена на повышение выявляемости именно развивающихся дефектов [7].

Для измерений применяется триангуляционный метод оценки расстояний от источника до участков поверхности колеса. Источником излучения является лазерный диод, который работает в диапазоне видимого или инфракрасного спектра длины волны. В состав триангуляционной системы входят также фотоприемник и анализирующие устройства результатов измерений. Полученные системой значения сравниваются с нормативными (допустимыми) параметрами колеса, колесной пары.

Технические характеристики и контролируемые параметры для наиболее распространенных бесконтактных оптических систем приведены в таблице.

В приведенных системах зондирующий луч лазера направляется под углом на поверхность колеса и располагается ниже уровня рельса (Tread View, WPMS, Wheel Spec, GeoTech). Измерения реализуются при установленной скорости единиц подвижного состава, что является преимуществом таких систем.

В настоящее время ведутся разработки, направленные на интеграцию данных измерений, полученных такими системами в объединенные информационные сети, которые охватывают всю железную дорогу или полигоны нескольких железных дорог.

Технические характеристики оптических систем с триангуляционным принципом измерения параметров колесных пар

Наименование системы	Контролируемые параметры	Допустимая скорость движения, км/ч
Tread View	Профиль колеса, высота и толщина гребня	8
WPMS	Высота и толщина гребня, толщина обода, прокат на поверхности катания	60
Wheel Spec	Профиль колеса, высота и толщина гребня, диаметр колеса, толщина обода, прокат на поверхности катания, ползуны	100
WIS	Профиль и диаметр колеса, высота и толщина гребня, толщина обода	80
Wheel Scan	Высота и толщина гребня, толщина обода, ширина изнашиваемой части поверхности катания	30
Argus	Профиль и диаметр колеса, ползуны, некруглости колес	12

В измерительных системах Argus (Hegen-scheidt-MFD, Германия) и EVA (Talگو Group, Испания) происходит облучение колеса лазером, луч которого направлен перпендикулярно поверхности катания. Указанные системы обеспечивают непрерывный контроль технического состояния вагонов и нагрузку на путь в режиме реального времени. Системы характеризуются достаточно высокой точностью и достоверностью измерений. Анализ характеристик систем, обозначенных производителем, показывает, что системы работают корректно при скоростях движения не более 100 км/ч. Однако, как показывает опыт эксплуатации таких систем, эти скорости на практике – ниже заявленных.

Представляют интерес напольная диагностическая система Multirail WheelScan (Германия) и бортовая Waggon Tracker (Австрия).

Напольные системы целесообразно устанавливать на грузонапряженных направлениях. Установка диагностического оборудования системы Multirail WheelScan приведена на рисунке. Система обеспечивает диагностику КП в движении, а также идентификацию подвижного состава и оценку динамического воздействия на путь.



Рис. Общий вид диагностического оборудования системы Multirail WheelScan

Электронное измерительное устройство с GPS-приемником бортовой системы Waggon Tracker монтируется под крышкой в корпусе буксового узла. В состав системы входят также четырехдиапазонный GSM-модем, GPS- и GSM-антенны и бесконтактный генератор, приводимый во вращение от оси колесной пары.

К основным техническим средствам контроля ходовых частей подвижного состава в эксплуатации, используемых на сети железных дорог РФ, относятся: КТСМ; ПАК; КТИ; АСООД и некоторые другие.

Результаты измерений параметров колесных пар и буксовых узлов обрабатываются специализированным ПО, регистрируются устройствами сбора и хранения информации и работникам ПТО выдается «тревожный» сигнал об обнаружении предельных или выше допустимых значениях характеристик технического состояния колесной пары, тележки, буксового узла с целью обеспечения оперативного реагирования и предотвращения аварийной ситуации. Указанные автоматизированные средства контроля объединены в систему СКАТ (система контроля автоматизированная транспортная) с целью обобщения и передачи результатов контроля технического состояния вагонов работником вагонного хозяйства.

В рамках реализации программы цифровизации инфраструктуры железнодорожного транспорта на сети дорог РФ внедряется пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС), который позволяет расширить ряд контролируемых параметров, объединить показания уже используемых систем контроля и упростить отслеживание технического состояния подвижной единицы. Внедрение поста позволяет оптимизировать процесс технического обслуживания составов на ПТО, что, в свою очередь, обеспечивает снижение затрат на эксплуатацию вагонного парка. Итоговой целью внедряемых технологий контроля является постепенный переход на малолюдные технологии и общее повышение эффективности деятельности сортировочных станций [8].

Заключение. Проведенный анализ зарубежных средств контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, отечественных автоматизированных систем позволил выявить два основных направления развития указанных технологий и средств. Наиболее перспективным представляется направление совершенствования средств контроля, позволяющих выявлять развивающиеся дефекты, предотказные состояния узлов и деталей вагонов, в том числе, ходовых частей, которые являются одним из ответственных узлов, техническое состояние которых определяет уровень безопасности движения железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 17.04.2018 г. № 769/р.
- 2 Патент на полезную модель № 184236 U1 Российская Федерация, МПК В61К 13/00, G02В 23/26. Досмотровая штанга для контроля труднодоступных мест. Киселев Г. Г., Коркина С. В., Сафронов С. В. / Заявлено 07.06.2018, опубл. 18.10.2018 Бюл. № .29
- 3 Киселев Г. Г., Захарова Ю. П. Видеомониторинг работы осмотрщиков вагонов на ПТО с регистрацией выполнения технологических операций // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 36-38.
- 4 Коркина С. В., Жебанов А. В., Козак Р. В. Внедрение автоматизированного рабочего места осмотрщика-ремонтника вагонов на ПТО при встрече поездов «Сходу» // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 48-51.
- 5 Жебанов А. В., Коркина С. В. Анализ применения современных средств диагностики подвижного состава на сортировочной станции с целью повышения экономических показателей и объема ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 27-29.
- 6 ГОСТ 34709-2021. Межгосударственный стандарт стационарные средства диагностики железнодорожного подвижного состава на ходу поезда. Общие технические требования.
- 7 Бурченков В. В. Автоматизированные системы контроля подвижного состава : учеб. пособие. Гомель : БелГУТ, 2020. 226 с.
- 8 Сустаев А. В., Митин Н. В., Коркина С. В. Внедрение информационных технологий в процесс технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 186-192. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_186.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ КОЛЕСНЫХ ПАР ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Т. В. Грушина¹, А. О. Шилин², А. В. Жебанов³

Введение. Основным вектором деятельности холдинга ОАО «РЖД» является обеспечение высокой финансово-экономической и технологической стабильности, одним из важнейших условий обеспечения которой является повышение производительности ремонта подвижного состава в эксплуатационных вагонных депо и на вагоноремонтных предприятиях [1]. Вопросы энергосбережения на такие технические операции, как подготовка к ремонту, ремонт колесных пар вагонов приобретают высокую значимость, поскольку колесно-роликовый участок считается самым трудоёмким [2, 3]. Первыми возможностями повышения производительности ремонта колесных пар являются совершенствование технологии контроля качества ремонта и внедрение техники на основе новейших технологий. Поскольку качественный ремонт колесных пар пассажирских вагонов сопутствует снижению числа случаев изломов осей или дисков колесных пар, элементов буксовых узлов (к примеру, роликовых цилиндрических или подшипников кассетного типа), то повышение уровня безопасности невозможно без внедрения прогрессивного оборудования в технологические цепочки организации работу колесно-роликового участка [4].

Основная часть. Рационализация системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов позволит сократить издержки. Изменение системы ремонта пассажирских вагонов многоуровневый процесс. От продуктивности принимаемых решений в области систем технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов зависит эффективность их использования с точки зрения сокращения издержек, увеличения прибыли от повышенной надежности вагонов и обеспечения безопасности движения поездов, в том числе на это направлены и инструменты бережливого производства [5-7].

Повышение производительности труда напрямую зависит от уровня подготовки деталей и узлов к ремонту. Поэту важным аспектом при проведении среднего ремонта колесных пар пассажирских вагонов является мойки колесных пар, повышение же качества может быть достигнуто при использовании автоматизированных комплексов. Предлагается установить автоматизированный моечный комплекса для колесных пар вагонов на позицию подготовки к ремонту [8]. Данная установка обеспечивает струйную обмывку колесной пары нагретым моющим раствором под давлением.

Установка предназначена для очистки колесных пар пассажирских вагонов РУ1, РУ1Ш (без тормозных дисков) и РВ1Ш, РВ3Ш (с тормозными дисками) от грязи, смазки, старой краски. Комплекс обеспечивает струйную обмывку колесной пары нагретым моющим раствором под давлением.

Камера мойки представляет собой металлическую сварную конструкцию, обеспечивающую непосредственные операции мойки колесной пары. Общий вид установки приведен на рисунке 1.

Колесная пара закатывается вручную в камеру по рельсовому пути и ставится на четыре опорных ролика механизма вращения, два из которых являются ведущими. Приводом вращения колесной пары, кроме опорных роликов является мотор-редуктор, передающий вращающий момент на вал ролика через цепную передачу. Вкатывается колесная пара из камеры с помощью механизма выталкивания.

¹ Грушина Татьяна Викторовна – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Шилин Александр Олегович – аспирант 2 курса кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта»

³ Жебанов Александр Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

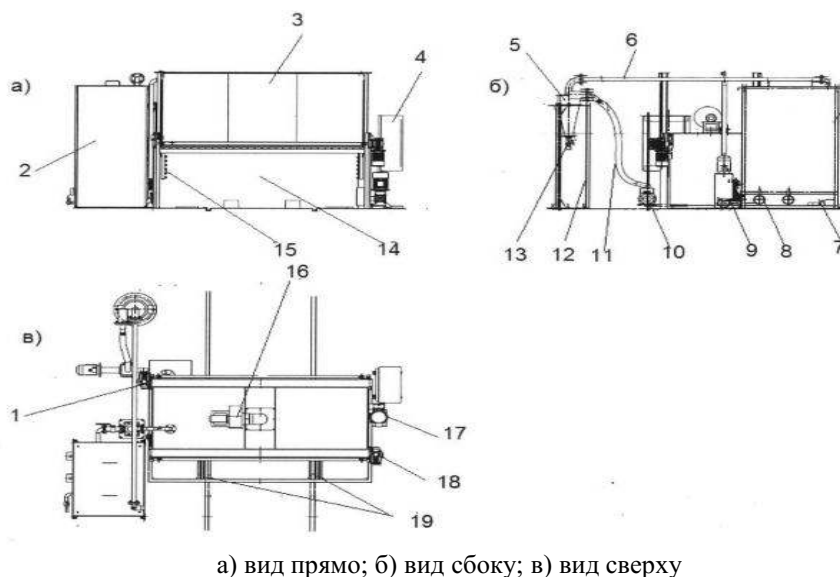


Рис. 1. Общий вид предлагаемой установки:

1,18 – Мотор – редуктор подъема дверей; 2 – бак; 3 – дверь подъемная; 4 – шкаф управления; 5 – гидроциклон; 6,11 – трубопровод; 7 – кран сливной; 8 – ТЭН; 9 – насос мойки; 10 – насос откачки; 12 – стойка крепления гидроциклона; 13 – кран слива раствора из гидроциклона; 14 – камера мойки; 15 – коллектор с форсунками; 16 – вентилятор вытяжной; 17 – мотор – редуктор вращения колесной пары; 19 – путь рельсовый

Для обеспечения герметичности процесса мойки камера имеет входную и выходную поднимающиеся двери, имеющие привод от мотор-редукторов. Контроль подъема или опускания дверей осуществляется концевыми выключателями. Модель установки представлена на рисунке 2.

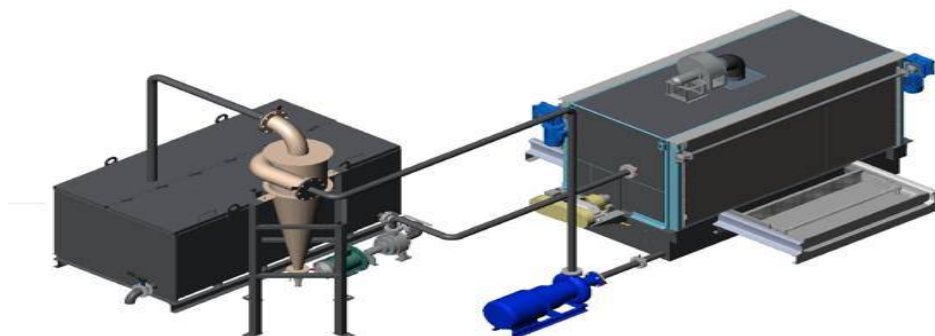


Рис. 2. Смоделированная установка для мойки (очистки) колесных пар пассажирских вагонов

Рабочим органом струйной мойки являются моющие насадки в виде неподвижных форсунок, смонтированные в систему неподвижных трубопроводов – коллекторов, по которым к ним подводится моющий раствор.

После обмывки колесной пары грязный раствор стекает в нижнюю часть камеры, откуда он попадает в систему регенерации подготовки и очистки моющего раствора с помощью насоса откачки.

Для предотвращения попадания паров моющего раствора в помещение цеха при открывании дверей, в верхней части камеры имеется воздухопровод с вытяжным вентилятором, соединенный с цеховой вытяжной вентиляцией.

Внутренняя часть камеры, а также форсунки, трубопроводы, соединительная и запорная арматура изготовлены из нержавеющей стали. Использование данных материалов повышает надежность и долговечность работы установки, исключая тем самым возникновение коррозии.

Система подачи раствора работает по замкнутому циклу, моющий раствор всасывается электронасосом мойки из бака и нагнетается в коллекторы камеры, где после мойки колесной пары, стекает в нижнюю полость камеры, откуда забирается насосом откачки в систему регенерации и далее обратно в бак.

Система регенерации выполнена на базе гидроциклона и предназначена для удаления из мощющего раствора твёрдых частиц и жидких углеводородов. Система регенерации работает по замкнутому циклу, моющий раствор с взвесями всасывается электронасосом откачки из нижней полости камеры и подается в гидроциклон, осуществляющий очистку раствора от смазки и других загрязняющих примесей. После гидроциклона очищенный раствор возвращается в бак. Слив осадка из гидроциклона осуществляется в специальную емкость с помощью крана.

Заключение. Выводы:

- 1) экономическая эффективность в год от внедрения предлагаемой установки 1,043 млн рублей за счет сокращения расходов на энергоснабжение мойки.
- 2) преимущества моечной машины – применяемый вид очистки, а именно струйная очистка моющим раствором – не абразивная и не коррозионная процедура; при её использовании не образуются дефекты на поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года («Белая книга» ОАО «РЖД»). М.: ОАО «РЖД», 2018. 128 с.
- 2 Фурцев А. И. Повышение эффективности ремонта колесных пар вагонов на основе современных технологий: дис. канд. техн. наук: 05.22.07. Москва, 2008. 154 с.
- 3 Стоянова Н. В. Совершенствование контроля узлов подвижного состава // Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России» («Транспромэк-2019»). Воронеж, 2019. С.35-38
- 4 Петров С. В. Управление эффективностью стратегических решений по рационализации системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов // Вестник ВНИИЖТ. 2020. Т. 79. № 1.
- 5 Бровков С. В. Применение технологий криогенного бластинга при подготовке колесных к ремонту // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 98-99.
- 6 Коркина С. В., Жебанов А. В. К вопросу о процессе интеграции методов «бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 57-61.
- 7 Ливанов А. Д., Жебанов А. В. Развитие элементов «бережливого производства» на участках тор // Современное состояние и тенденции развития железных дорог : материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 20 декабря 2017 года. Нижний Новгород, 2017. С. 33-36.
- 8 Установка очистки (обмывки) колесных пар. Паспорт. СПП 03.01000061 ПС.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ПОД ПОГРУЗКУ НА УЧАСТКЕ ТОР

Н. А. Гуцу¹, Р. В. Козак²

Введение. В настоящее время развитие экономики нацелено на те сферы деятельности, которые за непродолжительное время имеют возможность быстрого роста производительности и прибыли. Под эти критерии безусловно подходит железнодорожный транспорт, ввиду большой протяженности и географического положения Российской Федерации. Железнодорожный транспорт РФ работает над сообщением между собой различных континентов, тем самым увеличивает свою значимость и выводит стратегию развития направлений железнодорожных перевозок в число приоритетных. При организации перевозочного процесса задействовано большое количество различных служб и специалистов различного профиля. Особую роль при решении задач в обеспечении своевременной и безопасной транспортировки, с учетом сохранности грузов занимают предприятия входящие в комплекс вагонного хозяйства, в которое все больше и больше внедряется инновационных идей по улучшению условий труда и повышению производственных мощностей [1-4].

В составе Управления вагонного хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» функциями обеспечения гарантированной безопасности перевозочно-

¹ Гуцу Николай Александрович – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Козак Роман Васильевич – доцент кафедры «Вагоны»

го процесса владеет предприятие – эксплуатационное вагонное депо (ВЧДЭ). Комплекс ВЧДЭ занимает лидирующую позицию по подготовке вагонов под погрузку, что в первую очередь обусловлено близостью ПТО к предприятиям осуществляющих погрузку грузов в вагоны различного типа. На специально выделенных путях выполняют весь перечень работ по подготовке вагонов под погрузку и восстановления работоспособности для дальнейшего следования в пункт назначения. Основные регламентные работы при подготовке под погрузку проводятся в рамках текущего отцепочного ремонта 1-ого объема, а с целью восстановления работоспособности при текущем отцепочном ремонте 2-ого объема [5-7].

Основной идеей является разработка положений способствующих повышению эффективности подготовки грузовых вагонов под погрузку на участке ТОР с использованием современных технических средств.

Для обоснования улучшений условий проведения текущего отцепочного ремонта проведен анализ отцепок грузового вагона, основные выводы отображены на рис. В целом отцепки вагонов несут негативное влияние на перевозочный процесс - вывод в нерабочий парк для выполнения ТОР и, как следствие, миллионы часов простоя вагонов в ТОР. Анализ отцепок грузовых вагонов и рекламационная работа в вагонном комплексе имеет важное значение, с точки зрения понимания причин ухудшения технического состояния вагонов и потери их работоспособности и то, как это угрожает безопасности движения.



Рис. Динамика отцепок грузовых вагонов в ТР-1 за последние 10 лет

По результатам анализа можно планировать на участке ТОР необходимое технологическое оснащение для выполнения ремонтных работ, обеспечение поставок и своевременного пополнения запасов материально-технических ресурсов.

Расследование причин возникновения неисправностей технологического характера и составление рекламационных документов на вагоны, допущенных к обращению на сети железных дорог, организует и производит ВЧДЭ ОАО «РЖД», с приглашением заинтересованных лиц.

В соответствии с проведенным анализом научно-технической и патентной литературы в области повышения эффективности подготовки грузовых вагонов под погрузку на участке ТОР, в том числе при рассмотрении достоинств и недостатков технических средств и технологий с применением которых выполняются работы по подготовке грузовых вагонов под погрузку были рассмотрены многие технологические комплексы. Применение их на конкретном участке текущего отцепочного ремонта рассмотрим ниже [8].

На участке ТОР кузова вагонов осматриваются на пригодность к ремонту и наличия дефектов, после устраняют неисправность. Проанализированы дефекты и повреждения грузовых вагонов, которые могут быть устранены при подготовке вагонов под погрузку на участке ТОР. Основным нормативно-техническим документом при подготовке грузовых вагонов под погрузку является руководство ТР-1, в соответствии с которым разрешается устранять наиболее сложную неисправность кузова – уширение (не более 75 мм на одну сторону), а также использование сварки при устранении трещин верхних и нижних обвязок при усилении односторонними накладками.

Далее рассмотрим назначение, устройство и принцип работы мобильного технологического комплекса для ремонта грузовых вагонов при подготовке под погрузку, которое в настоящее время является самым прогрессивным техническим средством.

Комплекс выполняет технологические операции: монтаж-демонтаж скользунов, пружинного комплекта и фрикционных клиньев; вывешивание корпуса автосцепки для демонтажа-монтажа центрирующей балки; поджатие крышек разгрузочных люков полувагонов; ремонт сваркой стоек, раскосов, обвязок кузова, включая монтаж усиливающих накладок и другое. В комплект устройства входит устройство для закрытия люков полувагонов, а также устройство для выправки поручней непосредственно на вагоне без предварительного нагрева газосваркой.

Для инструментов передвижной ремонтной мастерской применяется надежная, экономичная и мощная насосная станция, работающая на основе применения гидравлических приводов.

Основой станции является силовая установка совместно с насосным узлом. Насосный узел находится в соединении с всасывающей магистралью и гидробаком с выходным патрубком насосного узла. В системе присутствует теплообменник снабженный системой охлаждения, который находится на всасывающей магистрали насосного узла.

Установка оборудована гидротолкателем, который действует на систему подачи топлива посредством сообщения с напорной магистралью гидравлического блока. Охлаждение обеспечивается работой вентилятора, устройство которого включает натяжной шкив и ремennую передачу, находящуюся в прямом контакте с силовой установкой.

На текущий момент передвижная ремонтная мастерская ПАРМ-ВГ является одним из наиболее приемлемых современных технических средств для проведения текущего ремонта грузовых вагонов при подготовки их под погрузку, при условии высокой эффективности процесса ремонта, обеспечения всех требований охраны труда, безопасности ремонтных работ на специализированных путях участка ТОР, качества устранения технических неисправностей грузовых вагонов и соблюдения временных нормативов ТО и ТР вагонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Жебанов А. В., Коркина С. В. Интеграция системы Кайдзен в технологический процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2021. С. 29-32.
- 2 Коркина С. В., Жебанов А. В. К вопросу о процессе интеграции методов «бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 57-61.
- 3 Жебанов А. В. Использование элементов «бережливого производства» в организации работы участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 24-26.
- 4 Ливанов А. Д., Жебанов А. В. Развитие элементов «бережливого производства» на участках тор ВЧДЭ // Современное состояние и тенденции развития железных дорог : материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 20 декабря 2017 года. Нижний Новгород, 2017. С. 33-36.
- 5 Коркина С. В., Жебанов А. В. Структура АСУ ТОР ЭК и предложения по совершенствованию АРМ Мастера // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2021. С. 42-46.
- 6 Коркина С. В., Жебанов А. В. Расширение функционала АРМ инженера в АСУ тор ЭК для повышения производительности работы участка тор // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 44-48.
- 7 Расширение функционала АРМ мастера в подсистеме АСУ станции – АСУ тор ЭК с целью повышения общей эффективности работы участка текущего отцепочного ремонта вагонов / С. В. Коркина, А. В. Жебанов, А. С. Андреева, Р. В. Козак // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 68-72.
- 8 Сковиков М. Ю. Анализ и применение современных технических средств на участке тор с целью повышения качества и объема ремонта грузовых вагонов // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: СамГУПС, 2020. С. 85-87.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ВАГОНОВ НА ХОДУ ПОЕЗДА

Ю. П. Захарова¹, Г. Г. Киселев²

Введение. В современных условиях на железной дороге пристальный взгляд акцентирован на поддержании в большей степени гарантированной исправности подвижного состава в эксплуатации и обеспечении безопасности движения поездов, что представляет собой наиболее существенное условие для роста производительности и рода деятельности железнодорожного транспорта [1]. С целью разрешения вопросов в области повышения уровня обеспечения безопасности движения, параллельно с минимизацией дополнительных расходов в эксплуатации, рентабельно использование современных цифровых диагностических систем мониторинга ответственных деталей и узлов ходовых частей грузовых вагонов подвергающихся контролю в процессе движения [2, 3].

Увеличение масштаба грузовых перевозок, возрастание скоростей следования и веса составов побуждают проявлять максимальный интерес в целях эксплуатационного мониторинга их технического состояния ходовых частей. Урегулирование этих вопросов, как вариант возможно благодаря посредством разработки диагностических комплексов устанавливаемых вблизи железнодорожного полотна, а также внутри рельсовой колеи и адаптированные на диагностирование дистанционным методом, естественно в процессе следования подвижного состава [4].

Диагностические комплексы бесконтактного мониторинга выступают в качестве основных систем наблюдения за техническим состоянием подвижного состава в эксплуатации. К их модернизации и оптимизации проявляют интерес как отечественные разработчики и производители железнодорожных предприятий, так и зарубежные компании в большинстве развитых индустриальных странах. Тем самым предоставляется перспектива предвидения возникновения и последующая вариация неисправностей в деталях и узлах подвижного состава, в том числе последствия для всего перевозочного процесса и его технического обслуживания [5].

Для предупреждения аварийных ситуаций необходим непрерывный технический контроль исправности деталей и узлов вагонов, позволяющий немедленно или в короткие сроки выявлять опасные дефекты в ходовой части вагонов [6].

Наряду с этим каждый диагностический комплекс мониторинга должен транслировать характерную передачу данных в объединенный протокол и интегральном стандарте уведомлений. При данных обстоятельствах некоторые комплексы диагностики интегрируются не типовым оборудованием, а информативно, вследствие использования типового соединения и объединенного протокола передачи данных.

В системном измерительно-информационном поле предоставляется объективная альтернативная функция идентифицировать неисправности ходовых частей грузовых вагонов, а также предвидеть развитие техсостояния за контролируемый период, на основании которой возможно генерировать стратегию технического обслуживания и ремонта. На этот случай в хранилище информации необходимо располагать сведениями, ориентировочно, касательно конкретного подвижного состава и их составных частей, аккумулярованную после проследования множества контрольных точек. Вместе с тем, в случае применения единого информационного пространства не нужно контролировать техническое состояние грузовых вагонов на каждом посту контроля. Эксплуатирование диагностических комплексов мониторинга грузовых вагонов на ходу поезда способствует повышению безопасности движения благодаря формированию рекламаций касательно характерного фронта ремонта отдельной единицы подвижного состава в зависимости от фактического техсостояния. Рентабельность вследствие реализации в эксплуатации диагностического комплекса контроля на ходу поезда можно достигнуть на сети железных дорог в эксплуатационных подразделениях вагонного хозяйства посредством минимизации расходов на поддержание работоспособности и увеличения гарантийного срока эксплуатации подвижного состава.

¹ Захарова Юлия Павловна – студент группы ПС-73, факультет ПС и ПМ

² Киселев Геннадий Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

Основная часть. Практический опыт показывает, что особый интерес требуется проявлять к наблюдению за состоянием ходовых частей в процессе движения подвижного состава, тем самым предоставляется возможность незамедлительного обнаружения неисправностей, и передачи сведений на ПТО на предмет тщательного осмотра осмотрщиками вагонов. Поэтому диагностика поверхности катания колесных пар одно из самых необходимых направлений для развития новых технологий. На основе этого и был разработан компанией ООО «МЕТКАТОМ» «Пост акустического ультразвукового контроля технического состояния колесных пар - ПАУК-11к». Этот пост контроля специализирован во исполнение на подходах к ПТО идентификации неисправностей колес подвижного состава (ползунов, наваров и выщербин) и предвидение их потенциального возникновения. На сегодняшний день выявление неисправностей колесных пар подвижного состава осуществляется регламентированным технологическим процессом технического обслуживания в приемоотправочных парках ПТО осмотрщиками-ремонтниками вагонов [7, 8], а ПАУК-11к способствует выполнять диагностирование ходовых частей состава в пути следования при заходе на ПТО и устраняет воздействие субъективного фактора.

Пост контроля ПАУК-11к дислоцируется на перегоне ж.д. путей впереди близлежащей сортировочной станции, акусто-эмиссионные датчики, универсальные цифровые и датчики прохода колеса (рис.), крепятся к шейкам рельсов посредством магнитов, и посредством передающих в совокупности импульсов ультразвука пост принимает сведения по части неисправностей колес вагона прямо в период прохода подвижного состава поверх датчиков. Пост контроля оборудован системой видеофиксации, которая фиксирует вагон во время выявления повреждений колесных пар. Пост контроля позволяет заблаговременно предвещать о возникновении неисправностей колес до момента их появления. ПАУК-11к функционирует на отечественном ПО и имеет возможность передачи данных диагностики по различным каналам связи, как кабельной, так и радиотрансляционной, что особенно имеет большое значение для подразделений ж.д. дорог, не оснащенных современными информационными технологиями связи. По сравнению поста контроля ПАУК-11к с другими действующими на данный момент системами контроля он не имеет аналогов и способен гарантировать безошибочность и достоверность результатов измерений.



Рис. Расположение датчиков на железнодорожном пути комплекса ПАУК-11к

Положительный эффект от внедрения подсистем акустического ультразвукового контроля на сети ж.д.: увеличение степени безопасности движения и содействие невредимости верхнего строения ж.д. пути; автоматизация обнаружения повреждений колесных пар; снижение затрат на содержание пути и устранение отказов ходовой части; к концу 2020 года на полигоне российских железных дорог были внедрены 80 подсистем с достижением показателя выявляемости неисправностей колесных пар не менее 99 %

Заключение. Введение в действие аналогичных комплексов способствует в некоторой степени увеличению надежности и сохранности вагонного парка в эксплуатации. Позволит создать единую информационную систему о техническом состоянии грузовых вагонов, решить вопросы, связанные с диагностированием подвижного состава в эксплуатации, производить обслуживание и ремонт вагонов исходя из фактического технического состояния, кроме этого

продлить межремонтный пробег, снизить продолжительность простоя по причине ТО и ремонта, что будет способствовать росту оперативности эксплуатации.

Применение перспективных систем диагностики ходовых частей подвижного состава в процессе движения в экономическом плане выгодно и ориентировано на техническое и технологическое обновление компании ОАО РЖД и повышение безопасности движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Киселев Г. Г. Совершенствование технологии осмотра грузовых вагонов с целью оперативного и качественного обнаружения неисправностей // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 33-36.
- 2 Киселев Г. Г., Захарова Ю. П. Видеомониторинг работы осмотрщиков вагонов на ПТО с регистрацией выполнения технологических операций // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 36-38.
- 3 Кузнецов И. Э. Повышение качества контроля соблюдения технологической дисциплины при осмотре вагонов на ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 109-110.
- 4 Истомина Р. Ю. Повышение достоверности диагностирования технического состояния грузовых вагонов на подходах к ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 107-108.
- 5 Фархутдинов Р.Ф. Повышение достоверности выявления дефектов в литых деталях грузового вагона при его техническом диагностировании на ПТО // Дни студенческой науки: сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся СамГУПС. В трех томах. 2019. С. 61-62.
- 6 Плотников В. С. Непрерывный контроль технического состояния грузовых вагонов в эксплуатации // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: СамГУПС, 2020. С. 78-80.
- 7 Бутров М. Д. Применение высокотехнологичного оборудования на ПТО при техническом обслуживании ходовых частей грузовых вагонов // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 102-104.
- 8 Дорофеева Д. С. Разработка усовершенствованного молотка осмотрщика вагонов // Дни студенческой науки: Сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся Самарского государственного университета путей сообщения. В трех томах, Самара, 02–25 апреля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 57-58.

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ПТО

Е. А. Комарова¹, Г. Г. Киселев²

Введение. Оперативная идентификация неисправностей подвижного состава в эксплуатации способствует предупреждению серьезных последствий их развития до повреждения и выхода из строя особо ответственных деталей вагонов, провоцировавших опасность для движения поездов. Практически во исполнение диагностирования такого рода дефектов применяют зрительный анализ технического состояния подвагонного оборудования [1]. Для гарантированной безопасности проследования поездов в зоне обслуживаемых участков, дирекцией инфраструктуры вагонного хозяйства эксплуатируются автоматизированные системы контроля, способствующие значительно сократить воздействие «человеческого фактора» вследствие обнаружения неисправностей грузовых вагонов и организовать осмотр подвижного состава на основании действующей нормативно-технической документации, что существенно повышает уровень безопасности [2].

Контроль за техническим состоянием подвижного состава представляет из себя мониторинг верификации сопоставления диагностируемого узла указанным техническим требованиям на стадии функционирования посредством фиксирования параметров и характеристики оборудования грузовых вагонов [3].

Стационарные автоматизированные системы контроля используются в целях диагностики основных узлов грузовых вагонов и имеют в своем составе разнообразные подсистемы контроля

¹ Комарова Екатерина Андреевна – студент группы ПС-73, факультет ПС и ПМ

² Киселев Геннадий Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

колесных пар, буксовых узлов, тележек, автосцепных устройств и тормозного оборудования, кузова и рамы вагона [4]. Такого рода системы способствуют кардинально минимизировать воздействие «человеческого фактора» в случае обнаружения неисправностей грузовых вагонов и предоставить техконтроль подвижного состава согласно действующей нормативно-технической документации и передачу данных в автоматизированную систему управления ПТО [5].

В вопросах мониторинга и контроля технического состояния узлов и блоков подвижного состава все больше находят применение технологии машинного зрения. Такого типа информационные системы эксплуатируются на железных дорогах как стационарные комплексы машинного зрения. Организация трансформации немногочисленных технологий в ходе технического осмотра вагонов с применением методов машинного зрения на предмет диагностики подвижного состава в приемоотправочных парках ПТО [6].

Основная часть. Эксплуатационная практика демонстрирует, что особый интерес требуется проявлять к наблюдению за состоянием ходовых частей в процессе движения подвижного состава, тем самым предоставляется возможность незамедлительного обнаружения неисправностей, и передача сведений на ПТО на предмет тщательного осмотра осмотрщиками вагонов. [7]. Видеоаналитика автоматизации составных частей и компонентов подвижного состава с применением технологии машинного зрения способствует дистанционному диагностированию контролируемых величин их деталей исходя из оценки цифровой обработки фотокадров деталей и узлов. Составной частью видеоподсистемы преобразователя машинного зрения, эксплуатируемой на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта, служит цифровая видеокамера, представляющая собой оборудование, специализированное для трансформирования видеоизображения в видеоданные. Автоматизированный диагностический комплекс «Техновизор» (рис. 1) базируется около рельсового полотна и ориентировочно направлен на ходовые части подвижного состава, таким образом, чтобы они попадали в зону видимости оптических датчиков.

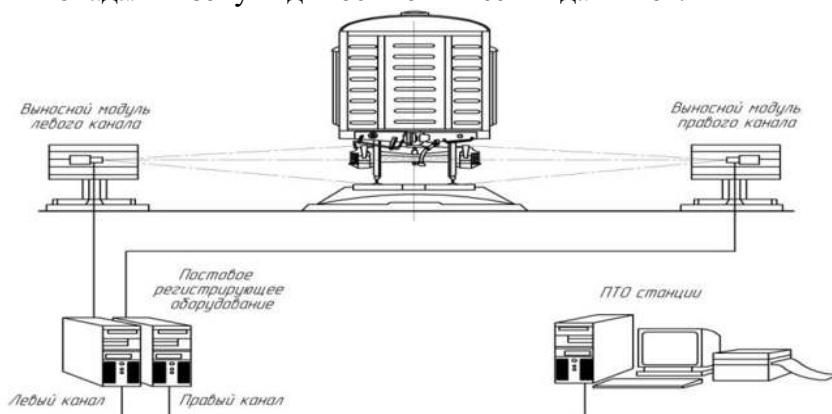
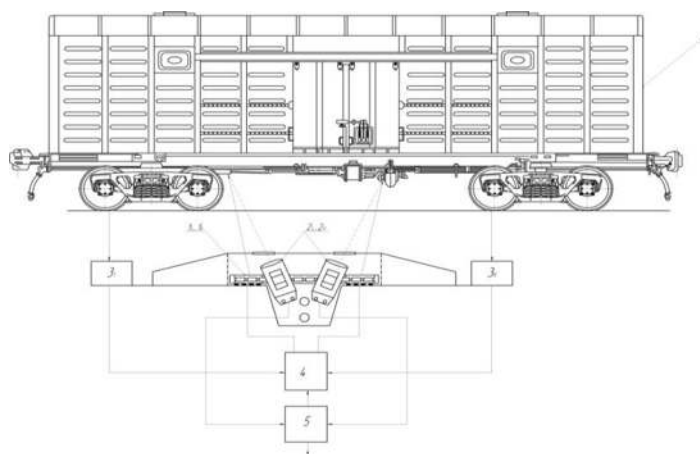


Рис. 1. Размещение системы «Техновизор» на контрольном участке железнодорожного пути

Особенностью диагностического комплекса является фиксирование оптических границ геометрии деталей и узлов подвижного состава на основе их цифровых фотокадров, полученных посредством инфракрасных сенсоров, и реализуется несколькими стадиями: прием цифровых изображений диагностируемых деталей вагона; местоположение посредством математических методов вычисления параметров контролируемых деталей; детализирование позиций очертаний контролируемых деталей посредством ориентировочных показателей тарировки; телеизмерение размерных величин диагностируемых деталей и конвертирование зафиксированных размеров соответствующих стандартным единицам измерений; сопоставление линейных и угловых величин диагностируемых деталей с эталонными; генерирование признаков о соотношении размеров диагностируемых деталей вагона стандартным.

Автоматизированная система диагностики с применением методов машинного зрения на базе полученных видеоданных от оптических сенсоров (видеорегистраторов) предоставляет осуществлять видеозапись медиафайлов, включающие в себя цифровую визуализацию узлов железнодорожных подвижных единиц, измерение геометрических параметров контролируемых элементов вагонов и генерирование предупреждений соотношении показателей наблюдаемых составных частей грузового вагона нормативным.

Видеоподсистема «Техновизор» специализирована во исполнение автоматизации операций оптического распознавания дефектов узлов вагонов путем использования инструментов машинного зрения. Видеоподсистема реализует следующие функции: фотографирование указанных элементов грузовых вагонов с сегментированием в снимке при движении подвижного состава со скоростью до 100 км/ч; распознавание занижения или завышения фрикционных клиньев тележки грузового вагона; распознавание присутствия или отсутствия тормозной колодки, ее толщины с формопостроением очертаний степени изнашивания; распознавание несоответствий показателей тормозного оборудования (рис. 2); распознавание отсутствия/присутствия крепежных элементов удерживающей траверсы автосцепного устройства; распознавание отсутствия/присутствия крепежных элементов буксовой крышки; оперативное предоставление уведомлений на АРМ оператора ПТО с индикацией условно-графических отметок повреждений для отдельно взятого вагона в составе поезда, визуализация фотоэлементов подвижных единиц с отметками оценки измерений.



1₁, 1_N - источники освещения; 2₁, 2_M - оптические датчики; 3₁, 3_K - датчики прохода колеса; 4 - контроллер подсветки; 5 - компьютер; 6 - подвижной состав

Рис. 2. Функциональная схема подсистемы «Техновизор» для контроля подвагонного пространства

Для автоматизации технологических процессов обслуживания составов грузовых поездов на железнодорожных станциях с использованием средств роботизации и машинного зрения разработан робототехнический комплекс [8].

Заключение. Путем использования новой перспективы по части видеодиагностики на железной дороге с применением методов технического зрения способствует исключительно кардинально улучшить показатель безопасности движения, несомненно и оптимизировать коэффициент технологической дисциплины за счет активизации сферы координирования техпроцесса осмотра подвижного состава и сокращение влияния субъективного фактора. Элементарность и безошибочность системы диагностирования показателей деталей грузовых вагонов предопределяет ее исключительно высокоперспективной на предмет роста уровня безопасности движения посредством заблаговременного выявления неисправностей составных частей грузовых вагонов.

Использование робототехнического комплекса позволит увеличить пропускную и перерабатывающую способности станций, а также снизить влияние человеческого фактора и производственного травматизма. Внедрение робототехнического комплекса позволит полностью автоматизировать технологические процессы обслуживания вагонов в парке приёма на станции. В перспективе комплекс может стать частью инфраструктуры для организации безлюдного технологического процесса на сортировочных станциях

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дорофеева Д. С. Разработка усовершенствованного молотка осмотрщика вагонов // Дни студенческой науки: Сборник материалов 46-ой научной конференции обучающихся Самарского государственного университета путей сообщения. В трех томах, Самара, 02–25 апреля 2019 года. Самара: СамГУПС, 2019. С. 57-58.
- 2 Истомин Р. Ю. Повышение достоверности диагностирования технического состояния грузовых вагонов на подходах к ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 107-108.
- 3 Киселев Г. Г. Совершенствование технологии осмотра грузовых вагонов с целью оперативного и качественного обнаружения неисправностей // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 33-36.
- 4 Фархутдинов Р.Ф. Повышение достоверности выявления дефектов в литых деталях грузового вагона при его техническом диагностировании на ПТО // Дни студенческой науки: сорник материалов 46-ой научной конференции обучающихся СамГУПС. В трех томах. 2019. С. 61-62.
- 5 Кузнецов И. Э. Повышение качества контроля соблюдения технологической дисциплины при осмотре вагонов на ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 109-110.
- 6 Киселев Г. Г., Захарова Ю. П. Видеомониторинг работы осмотрщиков вагонов на ПТО с регистрацией выполнения технологических операций // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 36-38.
- 7 Бутров М. Д. Применение высокотехнологичного оборудования на ПТО при техническом обслуживании ходовых частей грузовых вагонов // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 102-104.
- 8 Рыженков А. А. Разработка робототехнического комплекса для проведения технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: СамГУПС, 2020. С. 80-82.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ОСМОТРИЩИКОВ-РЕМОНТНИКОВ ВАГОНОВ В ВЧДЭ

И. А. Костиков¹, С. В. Коркина²

Введение. Интенсивное развитие информационных технологий, средств автоматизации процессов производства, внедрение во всех отраслях экономики страны, в том числе, на железнодорожном транспорте цифровых технологий сформировало острую проблему повышения качества профессионального обучения, проведения технической учебы производственного персонала. Одной из основных причин низкого качества подготовки специалистов является недостаточное материально-техническое оснащение и устаревшие методы проведения занятий. Современные предприятия эксплуатируют оборудование и технические средства достаточно сложной конструкции, и зачастую уровня подготовки и компетенций работников недостаточно для качественного выполнения профессиональных обязанностей. Многие научно-исследовательские и производственные организации занимаются разработкой инновационных средств и методов обучения, повышения квалификации персонала, высшего профессионального образования.

Основная часть. В последнее время ведутся активные работы по созданию различного рода тренажеров, тренажерных комплексов, основанных на современных достижениях науки и техники: симуляторы, интерактивные и виртуальные тренажеры, тренажеры с использованием дополненной реальности и пр. [1-2]. Выработаны первичные требования при принятии решения о разработке компьютерного тренажёра в образовательных целях [3, 4].

Проведенный анализ современных методов, средств и технологий профессионального обучения позволил выделить следующие направления внедрения информационных технологий в процесс профессионального обучения, повышения квалификации, переподготовки, контроля знаний и навыков обучающихся:

- современные программные комплексы и платформы для обучения;
- тренажеры нового поколения (интерактивные, с применением виртуальной и дополненной реальности, симуляторы);

¹ Костиков Игорь Алексеевич – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Коркина Светлана Владимировна – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Вагоны»

– интерактивные формы обучения.

С целью совершенствования процесса профессионального обучения, повышения качества образовательного процесса с учетом специфики отрасли в России созданы и успешно функционируют современные лаборатории и центры мирового уровня, которые ведут разработки инновационного оборудования, технических средств обучения, образовательных цифровых платформ с использованием современных информационных технологий. Ключевым, определяющим фактором в этой работе является именно ориентир на специфические производственные процессы соответствующей отрасли экономики.

Влияние интерактивных форм обучения на формирование профессиональных компетенций обучающихся, возможности оценки качества знаний и навыков рассматривается в статьях [8]. Формирование профессиональных компетенций осуществляется на протяжении всего периода обучения, результатом которого должно стать приобретение знаний, умений и навыков в определенной сфере профессиональной деятельности. Технологической основой интерактивных средств обучения являются манипуляционно-графический интерфейс и развитая экспертная система действий обучающихся.

Немаловажная роль отводится и применению в профессиональном обучении тренажерных комплексов, основанных на использовании технологий виртуальной и дополненной реальности. В работе [5, 6] приводится обзор основных профессиональных технологий и средств виртуальной визуализации, применяемых для интерактивного и/или дистанционного обучения. Основное назначение описанных средств и методов – повысить эффективность учебного процесса с использованием мультимедийных технологий.

В статье [7] представлено обоснование и описание использования инновационных обучающих тренажерных комплексов для подготовки высококвалифицированного эксплуатационного и оперативно-технического персонала железнодорожного транспорта. Выявлены и сформулированы тенденции развития профессиональной подготовки сотрудников железных дорог, особенности процессов обучения, проведения аттестации и переекспертации.

Необходимо отметить немаловажную роль качества подготовки персонала, реализующего техническое обслуживание грузовых составов на ПТО. В последнее время учебные классы ВЧДЭ оснащаются современными интерактивными тренажерами для обучения осмотрщиков-ремонтников (ОРВ), проведения технической учебы и контроля усвоенного материала, приобретенных практических навыков.

Так, для профессиональной подготовки работников ПТО ВЧДЭ в части изучения конструкции, принципа действия, порядка технического обслуживания, опробования и диагностики пневматических автотормозов грузового поезда (вагона) предназначен интерактивный стенд-тренажер «Автотормоза грузового вагона». Стенд позволяет изучить типовые неисправности тормозного оборудования и их влияние на работу тормозной сети поезда. Предусмотрено изучение основных требований инструкций, руководств, приказов и распоряжений, приемов выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте вагонов. Стенд также предназначен для контроля уровня знаний ОРВ.

Посредством визуализации и моделирования операций опробования тормозов в режиме реального времени, моделирования ситуационных задач путем ввода неисправностей и проверки реакции тормозной сети на возмущающие воздействия обеспечивается эффективное усвоение профессиональных знаний и навыков по реализации технического обслуживания тормозной системы поезда. Имеется возможность самоконтроля и итогового контроля знаний ОРВ в части опробования и диагностики тормозов.

Общий вид и состав стенда приведены на рисунке.

Информационное поле стенда-тренажера включает макеты тормозного оборудования, составляющие схему автотормозов грузового состава, а также действующие модели измерительных устройств для контроля тормозной рычажной передачи и давления воздуха в тормозной магистрали. Цветовая и звуковая сигнализация сопровождает процесс распространения воздуха в сети и изменение его давления.



1 – информационное поле стенда-тренажера; 2 – металлическая подставка;
3 – беспроводная клавиатура; 4 – беспроводная мышь
Рис. Общий вид и состав стенда-тренажера «Автотормоза грузового вагона»

Обучающий курс тренажера содержит соответствующие вкладки по разделам, например неисправности тормозной системы, порядок оформления справки об обеспечении поезда тормозами и исправном их действии, порядок полного опробования тормозов, порядок работы с автоматизированной системой диагностики тормозов грузовых вагонов (АСДТ) и др.

Программным обеспечением тренажера предусмотрена интеграция с другими обучающими техническими средствами, а также с базой данных о результатах подготовки обучаемых.

Заключение. Применение современных методов и средств обучения работников, реализующих техническое обслуживание грузовых вагонов на ПТО (интерактивных тренажеров, технологий виртуальной и дополненной реальности и пр.), позволит повысить уровень подготовки персонала, осуществлять объективный контроль знаний и хранить данные об обучении в единой автоматизированной системе. В свою очередь, следует ожидать и повышение эффективности и качества проведения технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО, что положительно скажется на уровне обеспечения безопасности движения железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шпетко А. В., Краснова И. А., Коркина С. В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры - основные направления и перспективы // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 201-207. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_201.
- 2 Коркина С. В., Жебанов А. В. Применение технологий виртуальной реальности при обучении проводников пассажирского вагона // *Инновационные технологии на железнодорожном транспорте: Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС*. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Красноярск: КРИЖТ ИрГУПС, 2021. С. 46-50.
- 3 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка сцены и моделей виртуальной реальности тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорту*. 2020. № 1. С. 61-64.
- 4 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка виртуального тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорту*. 2020. № 1. С. 65-68.
- 5 Применение технологий виртуальной реальности при обучении и контроле профессиональных навыков проводника пассажирского вагона / С. В. Коркина, А. В. Жебанов, В. В. Авсиевич, Ю. К. Мустафаев // *Наука и образование транспорту*. 2019. № 1. С. 38-42.
- 6 Внедрение цифровых технологий в процесс технической учебы работников, реализующих техническое обслуживание пассажирских вагонов / И. А. Соболев, Н. В. Митин, А. В. Шпетко, С. В. Коркина // *Техника и технологии наземного транспорта: Материалы международной студенческой научно-практической конференции*, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 187-192.
- 7 Шпетко А. В., Соболев И. А., Коркина С. В. Цифровые технологии в процессе обучения специалистов железнодорожного транспорта // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 153-159. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_153.
- 8 Баяндин Д. В. Возможности интерактивных компьютерных технологий в формировании знаний и оценке их качества // *Научный альманах*. 2015. № 9 (11). С. 362-365. DOI 10.17117/na.2015.09.362.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВАГОНОВ НА ХОДУ ПОЕЗДА

В. С. Нагриманов¹, Р. В. Козак²

Введение. Стратегическим направлением развития ОАО «РЖД» при реализации основных производственных задач является повышение уровня безопасности движения поездов, сохранности подвижного состава и грузов. Для достижения поставленной цели компания внедряет современные информационные технологии, в том числе – цифровые. Значительное внимание уделяется развитию и совершенствованию технических средств и систем контроля и мониторинга технического состояния вагонов в эксплуатации [1, 2]. Визуальные методы контроля (осмотр в парках ПТО, встреча поездов «сходу» и др.) недостаточно надежны и малопроизводительны. Поэтому в настоящее время ведутся разработки по внедрению и совершенствованию автоматизированных рабочих мест (АРМ), современных автоматизированных технологий [3-5].

Основная часть. Современные информационные технологии, применяемые для контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, обеспечивают своевременное выявление и устранение неисправностей узлов в эксплуатации, что, в свою очередь, позволяет предупредить возникновение отказов, увеличить участковые скорости и протяженность гарантийных участков. Кроме того, появляется возможность оптимизации технологии осмотра поездов на ПТО.

Современные системы диагностики и контроля технического состояния ходовых частей включают комплексы КТСМ, КТИ, ПАУК, ПАК, размещенные на перегонах на подходах к ПТО в зоне ответственности ВЧДЭ. Информация от постовых средств контроля поступает оператору ПТО, по результатам обработки информации осуществляется визуальный контроль (осмотр) «тревожных» единиц подвижного состава. Таким образом, использование указанных средств заключается в коррекции технического обслуживания по факту уже выявленной неисправности.

Таким образом, перед вагонным хозяйством и разработчиками и производителями современных диагностических комплексов должна стоять задача выявления развивающихся дефектов и неисправностей, предуктивная аналитика технического состояния узлов вагонов в эксплуатации, коммерческий контроль состояния вагонов и грузов.

Решением такой задачи становится внедрение интегрированных постов автоматизированного приема и диагностики подвижного состава (ППСС), которые представляют собой мультифункциональную платформу, на основе которой реализуется технический и коммерческий осмотр прибывающих с обоих направлений грузовых составов. Получение, аккумуляция и анализ информации реализуется посредством стационарных средств безопасности. Внедрение ППСС предусмотрено программой цифровизации железнодорожной инфраструктуры.

Интегрированный пост, в частности, включает следующие автоматизированные системы и средства:

- техновизор, представляющий собой устройство контроля и визуальной диагностики с применением средств технического зрения;
- устройства лазерного контроля отрицательной динамики вагонов и габарита подвижного состава;
- система распознавания номеров вагонов в автоматическом режиме оптическим методом;
- комплекс КТСМ, позволяющий в автоматизированном режиме выявлять перегретые буксы;
- система контроля веса проходящих подвижных единиц в динамике;

¹ Нагриманов Владислав Сергеевич – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Козак Роман Васильевич – доцент кафедры «Вагоны»

- комплекс КТИ технологических измерений, позволяющий контролировать геометрические параметры колёсных пар;
- пост акустического контроля ПАК и ультразвукового контроля ПАУК-11К для мониторинга поверхности катания колес и выявления развивающихся дефектов колесных букс [6].

Общий вид постового оборудования ППСС приведен на рисунке 1.

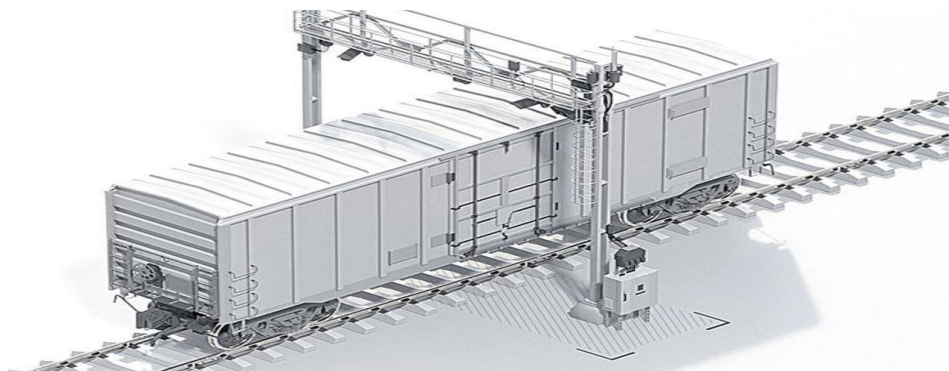


Рис. 1. Оборудование интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава

Оборудование ППСС оперирует информацией, полученной с видеокамер, инфракрасных и ультразвуковых датчиков, обеспечивает считывание RFID-меток. При этом используются устройства Интернета вещей по беспроводной энергоэффективной технологии LPWAN. Т. е. создание интегрированных постов ППСС основано на безлюдных технологиях и в режиме реального времени обеспечивает оператора актуальными точными сведениями о техническом состоянии подвижного состава. Информация от средств контроля, включая вновь устанавливаемые, интегрируется в единую базу данных с единым интерфейсом, выходящим на АРМ ППСС. База данных формируется в автоматическом режиме и хранится до выхода состава с соответствующего гарантийного участка (зоны ответственности ВЧДЭ) или до отцепки вагона в текущий отцепочный ремонт (ТОР).

Логистический контроль за каждым вагоном осуществляется начиная с момента срабатывания любого из диагностических средств. В итоге на основании полученных и сохранённых данных о динамике развития неисправностей, техническом состоянии в пути следования поезда, на всех ПТО в зоне ответственности ВЧДЭ и во всех направлениях движения реализуется контроль проходящего подвижного состава.

Интегрированные посты целесообразно устанавливать на подходах к станциям со значительными объемами погрузки-выгрузки вагонов.

Интеграция АРМ подсистем ППСС в систему АСУ ПТО направлена на решение задачи автоматизированного информирования работников ПТО о выявленных неисправностях, дефектах узлов вагонов прибывающего поезда, автоматизацию процесса оформления отчетных и учетных документов, совершенствование оперативного управления технологическими процессами, формирование модели состояния вагона в автоматическом режиме и др.

Программное обеспечение и структура ППСС созданы на основе применения машинного зрения; лазерного 3D-сканирования; тензометрии; тепловой диагностики.

Технико-экономический эффект характеризуется следующими составляющими: сокращение времени простоя поезда в парке прибытия, времени приема поезда, времени обработки поездов с переработкой и транзитных; оптимизация численности персонала; экономия на эксплуатационных затратах. Также общая эффективность работы ПТО повышается за счет исключения дублирования производственных операций в парках вследствие повышения достоверности контроля и исключения (сокращения) влияния человеческого фактора [6].

Расчеты показывают, что при среднем количестве вагонов в поезде – 71, общей численности ПТО 270 чел., принятых нормах времени существующей технологии и расчетном времени после внедрения ППСС норматив времени на осмотр одного вагона может быть сокращен на 0,74 чел. мин., что приведет к высвобождению 2 осмотрщиков-ремонтников в смену.

К перспективным направлениям развития и дооснащения ППСС относятся средства для обеспечения выявления вливания тележек и применение линейных видеокамер для формирования детализированного панорамного изображения поездов (рисунок 2).



Рис. 2. Создание детализированного панорамного изображения поездов посредством применения линейных видеокамер

Заключение. Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава является одной из наиболее перспективных технологий, направленных на повышение безопасности движения поездов. Обеспечение своевременного выявления дефектов и неисправностей узлов подвижного состава позволит исключить аварийные ситуации на железнодорожном транспорте, а создание цифрового двойника вагонов – применять систему обслуживания по потребности (техническому состоянию) и сократить эксплуатационные расходы на протяжении жизненного цикла вагонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сустаев А. В., Митин Н. В., Коркина С. В. Внедрение информационных технологий в процесс технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 186-192. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_186.
- 2 Жебанов А. В., Коркина С. В. Анализ применения современных средств диагностики подвижного состава на сортировочной станции с целью повышения экономических показателей и объема ремонта грузовых вагонов // *Наука и образование транспорта*. 2021. № 1. С. 27-29.
- 3 Коркина С. В., Жебанов А. В. Структура АСУ ТОР ЭК и предложения по совершенствованию АРМ Мастера // *Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС*. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года / Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2021. С. 42-46.
- 4 Коркина С. В., Жебанов А. В. Расширение функционала АРМ инженера в АСУ тор ЭК для повышения производительности работы участка тор // *Наука и образование транспорта*. 2021. № 1. С. 44-48.
- 5 Коркина С. В., Жебанов А. В., Козак Р. В. Внедрение автоматизированного рабочего места осмотрщика-ремонтника вагонов на ПТО при встрече поездов «Сходу» // *Наука и образование транспорта*. 2021. № 1. С. 48-51.
- 6 Давыдова Е. Н., Вербенко Д. Н. Улучшения в системе ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ грузовых вагонов на базе существующих средств контроля их технического состояния // *Вестник института тяги и подвижного состава*. 2020. № 16. С. 8-10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

И. И. Николаев¹, А. Н. Шмойлов²

Введение. С техническим усложнением и ростом скоростей обращения современных пассажирских вагонов особую актуальность обретает надежность подвагонных генераторов, которые представляют собой электрические машины с вращающимися с высокой скоростью роторами [1].

Диагностика и устранение дисбаланса вращающихся частей электрических машин всегда является актуальной задачей. При эксплуатации электрических машин, размещенных на подвижном составе, проблема дисбаланса становится чрезвычайно важной. Повышенные вибрации машин такого типа объясняются тем, что силы дисбаланса, зависящие от массы и квадрата скорости вращения вала, становятся особенно большими [2].

Это в свою очередь приводит к ускоренному износу подшипниковых узлов, уплотнений, муфт, усталостным дефектам металла валов, увеличенному потреблению энергии, растет вероятность внезапного выхода оборудования из строя и возгорания в пути следования (рисунок).

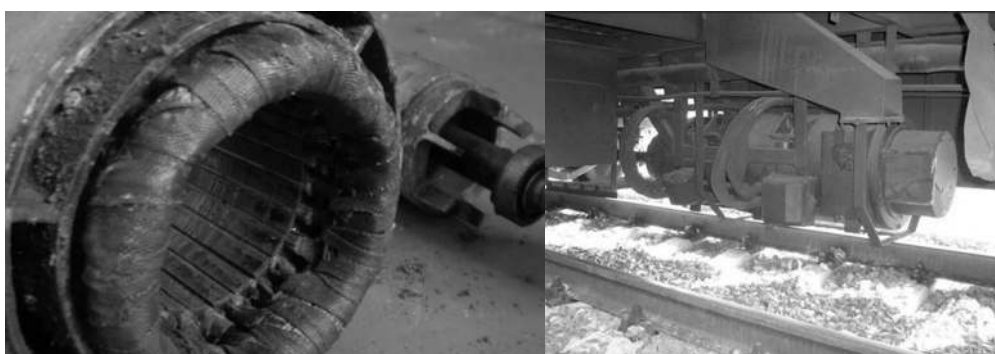


Рис. Внешний вид неисправностей электрических машин

Анализ неисправностей подшипников показал, что более 60 % неисправностей возникает по причине дисбаланса ротора электрических машин [3].

Совершенствование технологии контроля и диагностики электрических машин подвижного состава, прежде всего подвагонных генераторов современных пассажирских вагонов, становится особо актуальной задачей. В рамках научной работы были проанализированы технические характеристики автоматизированного стенда СИГ-01 для испытания подвагонных генераторов пассажирских вагонов после ремонта.

Стенд обеспечивает в ручном и автоматическом режимах выполнение следующих функций:

- плавное управление разгоном и торможением приводного электродвигателя при вращении в обе стороны;
- ступенчатое (величина ступени не более 10 % от максимума) управление мощностью нагрузки генераторов;
- измерение частоты вращения вала генератора, температуры корпуса генератора в трех точках и температуры окружающего воздуха;
- измерение выходных напряжений и токов генераторов (после выпрямления) напряжений и токов в цепях возбуждения; - измерение фактической мощности, отдаваемой в нагрузку;
- регистрация измеряемых параметров в моменты времени, определяемые методикой испытаний, выводятся на печать в виде протокола [4].

Установлены характерные диагностические признаки дисбаланса ротора подвагонного генератора. Наиболее значимыми диагностическими признаками являются: высокий уровень радиальной вибрации в горизонтальном направлении и низкий уровень аксиальной вибрации [5].

¹ Николаев Илья Игоревич – студент группы ПСЖД-93, факультет ПС и ПМ

² Шмойлов Андрей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

Предлагается совершенствовать технологию контроля и диагностики подвагонных генераторов за счет нового технического решения которое предлагается внедрить в существующий стенд с целью расширения функциональных возможностей испытательного стенда. Данное техническое решение защищено патентом на изобретение (номер патента: RU 189719 U1) по названием: «Стенд для испытания высокооборотных электрических машин» и позволяет имитировать динамическое воздействие неровностей пути на подвагонный генератор при эксплуатации [6].

Данное техническое решение позволит:

- повысить качество испытаний подвагонных генераторов;
- на 20 % снизить количество отказов подвагонных генераторов в эксплуатации;
- на 3 % уменьшить силы сопротивления вращения вала ротора подвагонных генераторов;
- повысить ресурс подвагонных генераторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шмойлов А. Н., Клюканов А. В., Рязяпов И. И. Разработка стенда для испытания электрических машин подвижного состава // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли: материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины». Самара: СамГУПС, 2019. С. 51-54.
- 2 Вибрационное диагностирование узлов вагонов. URL: <https://helpiks.org/9-39635.html> (дата обращения 10.04.2022).
- 3 Неисправности подшипников электрических машин. URL: <https://electrichelp.ru/neispravnosti-podshipnikov-elektricheskix-mashin/> (дата обращения 12.04.2022).
- 4 Автоматизированный стенд СИГ-01 для испытания подвагонных генераторов пассажирских вагонов. URL: https://tehpark.ru/produksiya/ispytatelnoe_i_remontnoe_oborudovanie/avtomatizirovannyi_stend_sig-01.html (дата обращения 12.04.2022).
- 5 Клюканов А. В., Шмойлов А. Н. Разработка стенда для испытаний редукторов привода генератора пассажирских вагонов. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 2. С. 455-460.
- 6 Шмойлов А. Н., Клюканов А. В., Шмойлова Ю. В. Стенд для испытания высокооборотных электрических машин: полезная модель к патенту РФ № 189719, МПК G01R 35/00 (2006.01), заявлено 13.02.2019, опубл. 31.05.2019.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассажиРОВ

А. Д. Потапова¹, А. В. Жебанов²

Введение. Бережливое производство – это концептуальная система управления предприятием, в основе которой – устойчивое движение к минимизации потерь в процессе производства. Все чаще эти методы применяются в сфере услуг, в том числе, в сфере обслуживания пассажиров в рамках деятельности железнодорожного транспорта. Изначально принципы бережливого производства были направлены на сферу материального производства [1]. Однако и в России идеи бережливого производства были сформулированы еще в 30-ые г.г. XX века в работах Гастева, который разрабатывал методы организации труда при проектировании предприятий на основе организации труда на рабочих местах, а затем – организации труда на всем предприятии в целом. Его идеи были творчески развиты в трудах других российских исследователей, которые обосновали «производственную трактовку» управления. Управление в данном случае рассматривается как технический процесс направления и руководства использования рабочего труда в производственных процессах или административном управлении. Эти процессы осуществляют определенные категории лиц посредством технических приемов.

Если проанализировать ценности пассажира и ценности компании, оказывающей транспортные услуги, то выяснится, что они различаются. Основной ценностью пассажира является желание максимально быстро и безопасно переместиться из места отбытия к месту

¹ Потапова Анастасия Дмитриевна – студент группы ПСЖД-82, факультет ПС и ПМ

² Жебанов Александр Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

прибытия. Основной ценностью компании, осуществляющей перевозки, как коммерческой организации является максимально эффективное использование ресурсов, находящихся в использовании компании, и получение максимально возможной прибыли при сохранении безопасности пассажиров, сотрудников и транспорта.

Основная часть. Основные проблемы, которые необходимо решить, чтобы повысить уровень обслуживания пассажиров, связаны с бессмысленными действиями, которые несут в себе угрозу потери времени и ресурсов. Именно анализ этих действий и их преодоление является ключевым при повышении уровня качества обслуживания пассажиров железнодорожного транспорта на основе принципов бережливого производства.

Как известно, выделяется несколько типов таких действий, которые включают в себя перепроизводство, нереализованный потенциал сотрудников, ожидание, избыточную работу, ненужную транспортировку, излишние запасы, ненужные движения, исправление ошибок [2]. Таким образом, пассажир воспринимает поездку и критерии ее качества иначе, чем его воспринимают основные субъекты взаимодействия – компания-перевозчик и железнодорожный вокзал. Пассажир воспринимает вагон и вокзал как элементы создания ценности. При этом потери от бесполезных действий компания, как правило, перекладывает на потребителя услуги, в данном случае, пассажира.

В рамках анализа бесполезных действий на железнодорожном вокзале, вагоне и в деятельности компании-перевозчика, можно выделить следующие характеристики. При перепроизводстве существует излишнее количество рейсов на определенном направлении, и отсюда – потери в провозных мощностях (из-за избыточного количества).

Бессмысленные действия в конечном итоге приводят к временным и финансовым потерям как организаторов услуги, так и ее потребителей. Потери ресурсов и времени происходят в период ожидания, при перемещении (транспортировки) пассажиров внутри терминала вокзала, избыточности рейсов и мощностей (превышения количества посадочных мест по сравнению с фактической заполняемостью поездов), избыточной работой, излишними запасами, исправлением ошибок и неэффективных действиях. Остановимся подробнее на некоторых из них.

Ненужная транспортировка: внутри терминала вокзала пассажир вынужден перемещаться на достаточно большие расстояния: от входа до стойки регистрации, выход к путям на посадку. Как излишние запасы можно рассмотреть наличие большого тиража печатных журналов в самом поезде и вагоне.

Структурно реализация системы бережливого производства, которая внедряется в железнодорожном транспорте в целях повышения качества обслуживания пассажиров, объединяет несколько действий: определяется потребитель ценности (продукта труда), владелец процесса создания ценности и поток ее создания, выявляются потери, разрабатываются пути сокращения потерь (конкретные действия персонала, изменение логистики, изменение размещения рабочего места, персонала). Самыми проблемными зонами в обслуживании пассажиров являются потери времени при регистрации, началу посадки, переходе с места высадки до вокзала из-за удаленности путей, на которые прибывают пассажирские поезда.

Относительно железнодорожного транспорта «ценностью» является степень необходимости ее клиенту (потребителю), и наличие требуемых характеристик (параметров) качества (уровень качества) и их значений (показателей качества), соответствующих ожиданиям потребителей. Определение взаимосвязи качества с удовлетворением потребностей клиентов железнодорожного транспорта является одной из наиболее сложных задач, так как потребности многообразны, динамичны, неравномерны во времени и в пространстве, неопределенны и альтернативны [3]. Нельзя забывать, что потребителя волнуют только свои потребности, но не сложности и проблемы производителя. В связи с этим используются lean-технологии на основе кайдзен, в основе которого – фокус на клиенте. Оптимизация производственной схемы позволяет избавиться от избыточных движений сотрудников, лишних перемещений, простоев.

В практической деятельности ОАО «РЖД» элементы бережливого производства начали внедряться с июля 2010 г. после утверждения Концепции применения технологий бережливого производства в ОАО «РЖД». На уровне РЖД в концепции бережливого производства выделяются несколько групп: уровень внедрения (дорога, сеть, структурное предприятие); вид проекта

(рабочее место, функциональный проект, межфункциональный проект); направление инновационной политики (внедрение инновационных технологий, использование новых материалов); инвестиционное обеспечение (требующие/не требующие дополнительных инвестиций).

В целях повышения уровня обслуживания пассажиров на основе элементов бережливого производства в железнодорожных вокзалах сформирована новая система удобной навигации [4]. Навигация помогает ориентироваться пассажиру в поиске стоек регистрации, выходов к тоннелям и выхода на пути к железнодорожным составам, чтобы пассажирам было проще и удобнее попасть в вагон. Новая система навигации помогает избежать потерь времени пассажиров. Таким образом, отрабатывается создание ценности для потребителя, которая характеризуется через ожидаемую стоимость. Ожидаемая стоимость для потребителя складывается из перевозки, выполненной без задержек, потерь и браков. Ликвидация этих факторов помогает улучшить важнейшие показатели транспортной продукции (своевременность, сохранность перевозки) и снижает стоимость перевозки. Единая навигационная система на вокзалах – это комплексная система навигационных указателей, предназначенная для управления пассажиропотоками на объектах пассажирской инфраструктуры холдинга «РЖД» (вокзалах, станциях, платформах и остановочных пунктах, также можно рассмотреть данную систему навигации в вагоне). Внедрение единой системы навигации позволяет выстроить рациональные перемещения для оптимальных маршрутов пассажиров, оптимизировать использование территорий терминалов, станций, остановочных пунктов, тем самым повысить уровень обслуживания клиентов и повысить их лояльность.

На железных дорогах и железнодорожных вокзалах используется один из видов lean-технологии – визуализация [5,6]. Непосредственно на линии для оповещения, указания опасных мест, обозначения выходов к путям используются наглядные средства.

В целях ликвидации потерь введена система электронной покупки билетов. Электронные билеты позволяют экономить время пассажира и повысить уровень обслуживания клиентов. При этом проводники поездов используют для проверки билетов электронные терминалы, что позволяет не распечатывать пассажирам билеты, что также экономит и ресурсы, и время клиентов. Таким образом, работа проводника упрощается и облегчает поездку пассажирам.

Одним из элементов бережливого производства на РЖД является стремление к максимальной безопасности работников и пассажиров. Приоритетное обеспечение безопасности обеспечивается двумя направлениями работы: техногенный фактор и человеческий фактор. Важным направлением безаварийной работы является мотивация труда работников железных дорог, в том числе материальная. Приоритет при принятии решений отдается гарантированному уровню безопасности. Увеличение скорости потока и сокращение потерь должно удерживать необходимый уровень технической, экологической, экономической, социальной и других видов безопасности.

Эффективным направлением внедрения бережливого производства и фокусе на клиента является построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку. Уважение к работнику, его достоинству, компетентности, ответственности, творчеству позволяет раскрыть и использовать в полной мере его талант, интеллектуальные и творческие способности для развития организации и должно стать основой ее корпоративной культуры. Корпоративная культура должна поддерживать в работниках стремление к постоянному улучшению.

Большое внимание уделяется методике пяти шагов. Среди них выделяется особо необходимость поддержания чистоты и систематическая уборка. Важно, чтобы в железнодорожном транспорте и конкретно в вагонах была создана система, в которой соблюдается чистота. Рабочие зоны для рабочих мест должны быть разграничены и обозначены. Тщательная уборка оборудования обеспечивает предотвращение и идентификацию возможных проблем в работе.

В целях стандартизации процесса разрабатываются стандарты документов, приемы работы, обслуживание оборудования, техники безопасности с использованием визуального контроля.

Заключение. ОАО РЖД уделяет серьезное внимание повышению квалификации сотрудников, обучение их системе бережливого производства. Развиваются также командные компетенции, мотивация. В этих целях функционирует Центр обучения технологиям трансформации бизнеса Корпоративного университета. Более 1000 человек повышают квалификацию

цию на площадках этой организации. Над методической базой образовательной площадки трудились все функциональные филиалы и железные дороги. Лучшие практики изучались и адаптировались для того, чтобы быть масштабированы на различных участках железных дорог. Также ведется улучшение взаимодействия между производственными площадками и университетами. Так, в 2020 в Иркутском государственном университете путей сообщения был открыт уникальный учебный центр lean-лаборатория. На этой инновационной площадке отрабатываются реальные производственные процессы, решаются смоделированные проблемы, возникающие во профессиональной деятельности.

По итогам проведенного анализа можно сделать вывод, что применение технологий бережливого производства позволяет повысить уровень обслуживания пассажиров, выявить и сократить потери клиентов и железнодорожного транспорта, повысить многофункциональные компетенции управленческих команд и других сотрудников, повысить уровень оценки услуг среди пассажиров, улучшить настроение клиентов и сотрудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Давыдова Н. С. Бережливое производство: монография. Ижевск: Изд-во Института экономики и управления, ГОУВПО «УдГУ», 2012. 138 с.
- 2 Джеймс П. Вумек Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М. : Альпина Паблишер, 2013. 472 с.
- 3 Джеффри К. Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 402 с.
- 4 Степов В.В. Повышение внутренней эффективности и качества управления в компании // Железнодорожный транспорт. 2015. № 2. С. 32-33.
- 5 Применение технологий виртуальной реальности при обучении и контроле профессиональных навыков проводника пассажирского вагона / С. В. Коркина, А. В. Жебанов, В. В. Авсиевич, Ю. К. Мустафаев // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 38-42.
- 6 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка сцены и моделей виртуальной реальности тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 61-64.
- 7 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка виртуального тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 65-68.
- 8 Коркина С. В., Жебанов А. В. Применение технологий виртуальной реальности при обучении проводников пассажирского вагона // 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: КриЖТ ИрГУПС., 2021. С. 46-50.

АНАЛИЗ ПРОГРЕССИВНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Е. В. Сибилева¹, М. А. Паренюк²

Введение. Основными задачами вагонного хозяйства являются обеспечение безопасности движения при перевозках, а так же безаварийная эксплуатация вагонов в пути следования. Обеспечение своевременного технического контроля и качественного технического обслуживания грузовых вагонов в эксплуатации, ведут к продлению срока службы вагонного парка, а так же сокращению времени простоя вагонов на сортировочных станциях и участках текущего отцепочного ремонта. Таким образом, приоритетным направлением является своевременное и безошибочное выявление неисправностей, с целью сокращения экономических затрат и минимизации вероятных рисков возникновения нарушений безопасности движения. Кроме того, «человеческий фактор» был и остаётся сопутствующей причиной возникновения нарушений безопасности движения и сбоев в организации движения поездов [1]. В настоящее время на сети железных дорог ОАО РЖД широко распространены диагностические комплексы контроля технического

¹ Сибилева Екатерина Владимировна – студент группы ПСЖД-73, факультет ПС и ПМ

² Паренюк Мария Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны»

состояния вагонов, работающие в автоматическом режиме. Анализ современных диагностических комплексов и систем для автоматизированного контроля грузовых вагонов в пути следования позволит выделить наиболее современные и функциональные средства для обнаружения неисправностей основных частей грузовых вагонов с ходу.

Основная часть. Применение технических средств диагностики для контроля грузовых вагонов в эксплуатации позволяет находить дефекты и осуществлять контроль буксового узла и колёсных пар, габаритных размеров вагонов, геометрических размеров колес, ударно - тягового устройства, неравномерности загрузки вагонов, сдвига колеса на оси.

Для контроля технического состояния и выявления неисправностей основных узлов и деталей вагонов в проходящих грузовых поездах, на перегонах железных дорог ОАО РЖД используются средства диагностики: КТСМ, комплексы КТИ, АСКПС, САКМА, АСООД, ПАУК, ПАК. Общий принцип работы систем заключается в считывании и формировании информации о неисправностях, дефектах, износах диагностируемого подвижного состава и оперативной передаче полученной информации на ближайший пункт технического обслуживания. Таким образом, могут быть приняты меры к немедленной остановке состава с неисправностями имеющимися на постах безопасности средствами, недопущении последующего хода неисправных вагонов без устранения дефектов или отцепки их от состава поезда, работниками по управлению подвижным составом. Все эти системы обладают набором функций и контролируют различные узлы вагона [2]. Система АСООД в автоматическом режиме определяет вагоны с отрицательной динамикой на ходу состава и вагоны с повышенными колебаниями, из-за нарушений геометрии частей вагона. Принцип работы всех диагностических систем и комплексов различен. Информация, поступающая с этих комплексов к операторам ПТО имеет большой объем и позволяет применять меры только по сигналам «Тревога». Применение комплексных систем технической диагностики подвижного состава позволит повысить экономическую составляющую, а так же безопасность движения за счет индивидуального подхода к процессу ремонта, посредством детализации информации о техническом состоянии вагона.

Решением комплекса проблем вагонного хозяйства может стать интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава. Это многофункциональная система, в задачи которой входит – технический и коммерческий осмотр грузовых поездов на ходу с помощью стационарных комплексов безопасности. Интегрированный пост может включать в свой состав нескольких комплексов безопасности и ряд автоматизированных систем [3]:

- техновизор, (автоматизированное визуальное диагностирование неисправностей узлов подвижного состава);
- комплекс технических средств многофункциональный (КТСМ), (автоматическое бесконтактное выявление перегретых букс);
- универсальная система автоматизированного распознавания номеров вагонов (АРНВ), основана на применении оптического метода;
- комплекс технологических измерений (КТИ), (контроль геометрических параметров колёсных пар).
- пост акустического контроля (ПАК), (выявление зарождающихся дефектов буксовых узлов);
- пост акустического ультразвукового контроля технического состояния колесных пар (ПАУК-11К);
- напольные устройства лазерного контроля отрицательной динамики и габарита подвижного состава (ЛКПС);
- система весового контроля (СЖДК.Р), считывает информацию в динамическом режиме.

Особенность работы интегрированного поста ППСС заключается в интеграции всех имеющихся и вновь устанавливаемых средств технической диагностики подвижного состава в базу данных, которая формируется автоматически и имеет единый интерфейс выходящий на АРМ интегрированного поста. Вся информация о вагонах собирается при помощи современной сквозной цифровой технологии сбора данных Big Data, здесь сохраняется логистическая информация вагона, сохраняются показания диагностических комплексов в пути следования.

Так, можно спрогнозировать развитие неисправностей, выявленных диагностическими комплексами: обозначить неисправности угрожающие безопасности движения; спрогнозировать модель будущего технического состояния вагона, через его пробег, когда параметры неисправностей достигнут критического значения, при помощи программного обеспечения; получить скрытые показания, и значения геометрических параметров до браковочного уровня.

Заключение. Подводя итоги, можно сделать вывод, что цифровая трансформация на транспорте [4] – это основа для осуществления взаимосвязей между всеми участками ПТО, входящими в состав одного структурного подразделения в автоматическом режиме on-line. Применение сквозных технологий Big Data, блокчейн, технический интернет вещей, применение технологий искусственного интеллекта, позволила считывать, накапливать, систематизировать, отслеживать информацию о подвижном составе, диагностировать и состояние грузовых вагонов с ходу с применением комплексов диагностики [5, 6], автоматизировать процесс технического обслуживания составов поездов на станции и оптимизировать технологические процессы технического обслуживания вагонов, что позволит обеспечить безопасность движения поездов, снизить эксплуатационные расходы депо [7, 8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Типовой технологический процесс «Технического обслуживания грузовых вагонов» ТК-425, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 02 марта 2018 года № 436/р.
- 2 Альшев В. С., Малышев А. А. Методы повышения эксплуатационной надежности грузовых вагонов за счет совершенствования технологии технического обслуживания на ПТО // Проблемы науки. 2019. № 1 (37), 2019. С. 24-27.
- 3 Давыдова Е. Н., Вербенко Д. Н. Улучшения в системе технического обслуживания грузовых вагонов на базе существующих средств контроля их технического состояния // Вестник Института тяги и подвижного состава. 2020. № 15. С. 8–11.
- 4 Лapidус Л. В. Что такое цифровая экономика и Индустрия 4.0? Принципы трансформации и перспективы для бизнеса. Перспективы развития электронного бизнеса и электронной коммерции // Материалы IV Межфакультетской научнопрактической конференции молодых ученых. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2018. С. 4–15.
- 5 Инструкция по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 18 марта 2016 года № 469 р. URL: <https://cssrzd.ru/orders/469.php>
- 6 Сустаев А. В., Митин Н. В., Коркина С. В. Внедрение информационных технологий в процесс технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2022. № 1(4). С. 186-192. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_186.
- 7 Шпетко А. В., Краснова И. А., Коркина С. В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры – основные направления и перспективы // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. 2022. № 1(4). С. 201-207. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_201.
- 8 Жебанов А. В., Коркина С. В. Анализ применения современных средств диагностики подвижного состава на сортировочной станции с целью повышения экономических показателей и объема ремонта грузовых вагонов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 27-29.

РАСЧЕТ ЛОБОВОЙ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАБИНЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА В FLOW SIMULATION

И. А. Соболев¹, А. Н. Балалаев²

Введение. При движении высокоскоростного транспортного средства (например, после модернизации до высокоскоростного движения электропоездов «Ласточка» [1] или «Иволга» [2]) в тоннели лобовое сопротивление кабины машиниста становится больше, чем при движении на открытой местности. Если тоннели имеют большую протяженность, то величина проходного сечения тоннеля существенно влияет на стоимость его создания. Стоимость создания тоннеля будет тем меньше, чем меньше проходное сечение тоннеля, и однопутный тоннель будет значительно менее затратным по созданию, чем двухпутный. Однако, если сравнить движение с одинаковой скоростью высокоскоростного транспортного средства в однопутном и двухпутном тоннелях, то можно ожидать, что лобовое сопротивление кабины машиниста будет больше в однопутном тоннеле.

Основная часть. Цель данного исследования заключается в создании расчетной модели в системе Flow Simulation, способной выявить различие в величине лобового сопротивления ВСТС (высокоскоростного транспортного средства) при движении в тоннели и на открытой местности, а также разработать на основе этой расчетной модели рекомендации по величине тоннеля, размещению в нем ВСТС и углу наклона кабины машиниста.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: разработать несколько моделей ВСТС, различающихся углом наклона кабины машиниста; разработать две модели тоннеля (для двухпутного и однопутного движения ВСТС в тоннели); разработать алгоритм расчета движения ВСТС в тоннели (внутренняя аэродинамика) и провести расчеты движения ВСТС с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с (252 км/час) в тоннелях для двухпутного и однопутного движения; разработать алгоритм расчета движения ВСТС на открытой местности (внешняя аэродинамика), провести расчеты движения ВСТС с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с (252 км/час); провести расчеты движения ВСТС с углами наклона кабины 39° , 45° , 51° и скоростью 70 м/с (252 км/час) в тоннели для однопутного движения. Следует отметить, что в настоящее время единственный поезд в России, который развивает такую скорость – это «Сапсан» [3]. Электропоезда «Ласточка» и «Иволга» имеют максимальную конструкционную скорость 160 км/час (44 м/с), однако, после модернизации и использования соответствующей рельсовой колеи возможно повышение скорости этих электропоездов до 250 км/час [4].

Разработка моделей ВСТС велась в SolidWorks. Рисунки моделей показаны на рисунке 1.

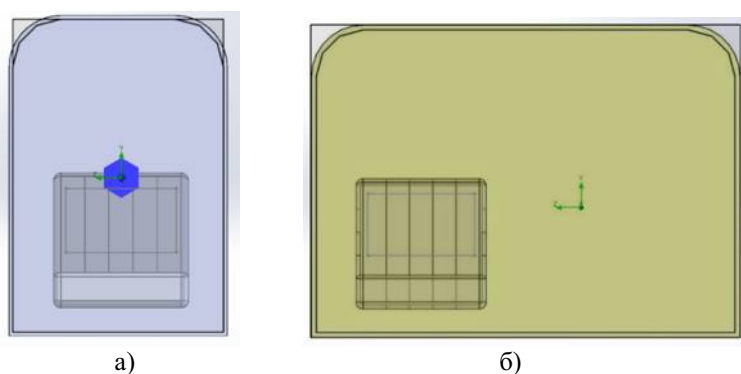


Рис. 1. Схемы расположения ВСТС в тоннели а) для однопутного движения, б) для двухпутного движения

Модели ВСТС с углами наклона кабины 39° и 57° показаны на рисунках 2 и 3.

¹ Соболев Илья Анатольевич – студент группы ПСЖД-82, факультет ПС и ПМ

² Балалаев Анатолий Николаевич – д.т.н., профессор кафедры «Вагоны»



Рис. 2. Модель ВСНТ с углом наклона кабины машиниста 39°

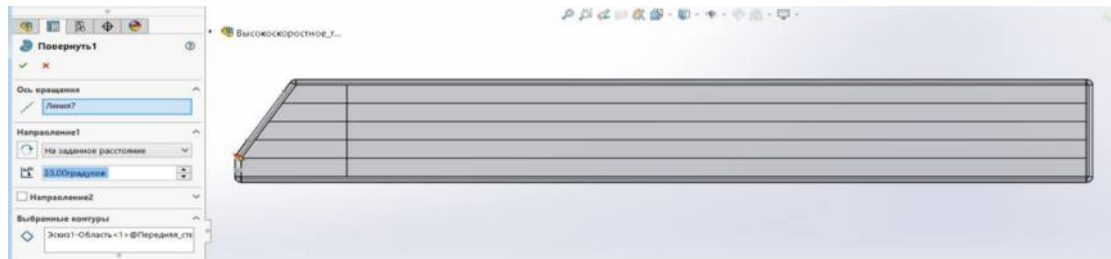


Рис. 3. Модель ВСНТ с углом наклона кабины машиниста 57°

Особенностями алгоритма расчета движения ВСТС в тоннели с помощью SolidWorks Flow Simulation [5] являются построение «заглушек» на входе и на выходе из тоннеля, задание величины скорости на внутренних поверхностях заглушек (направление скорости задается в начальных установках проекта расчета в Flow Simulation) и задание величины статического давления, равного атмосферному давлению, на внутренних стенках тоннеля.

Результаты расчета с углом наклона кабины 39° и скоростью 70 м/с в тоннели для однопутного движения показаны на рисунке 4.

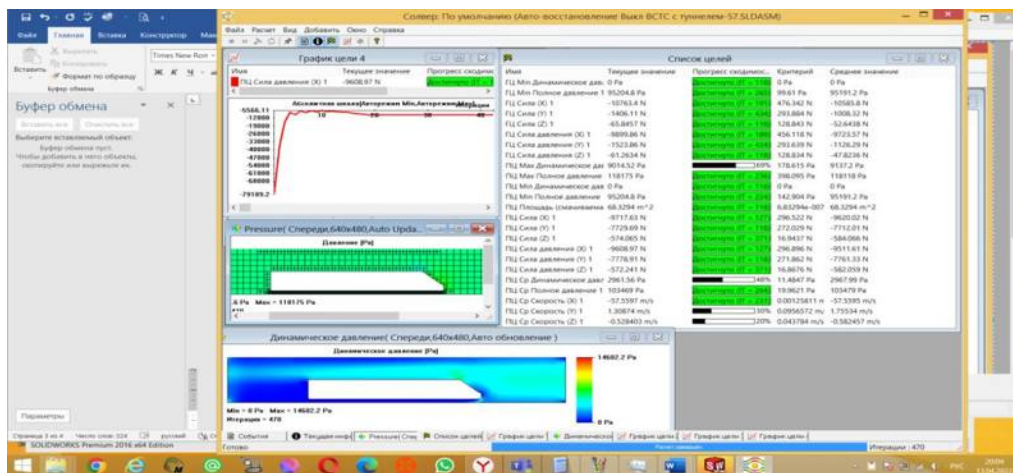


Рис. 4. Результаты расчета лобового сопротивления (сила давления (X)) кабины ВСНТ с углом наклона кабины 39° и скоростью 70 м/с в тоннеле для однопутного движения

Как видно на рисунке 4, сила лобового сопротивления равна 9511,6 Н.

Результаты расчета с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с в тоннеле для однопутного движения показаны на рисунке 5.

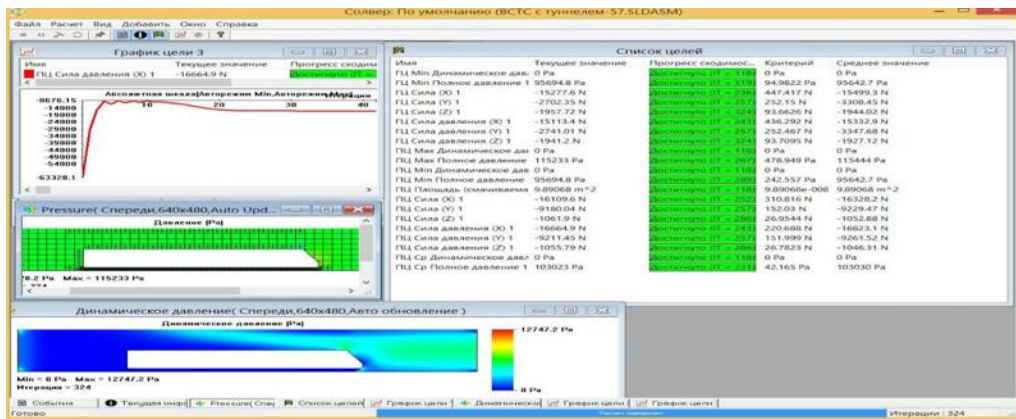


Рис. 5. Результаты расчета лобового сопротивления (сила давления (X)) кабины ВСНТ с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с в тоннели для однопутного движения

Как видно на рисунке 5, сила лобового сопротивления равна 16823,1 Н.

На рис. 6 представлены результаты расчета лобового сопротивления кабины ВСНТ с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с в тоннеле для двухпутного движения.

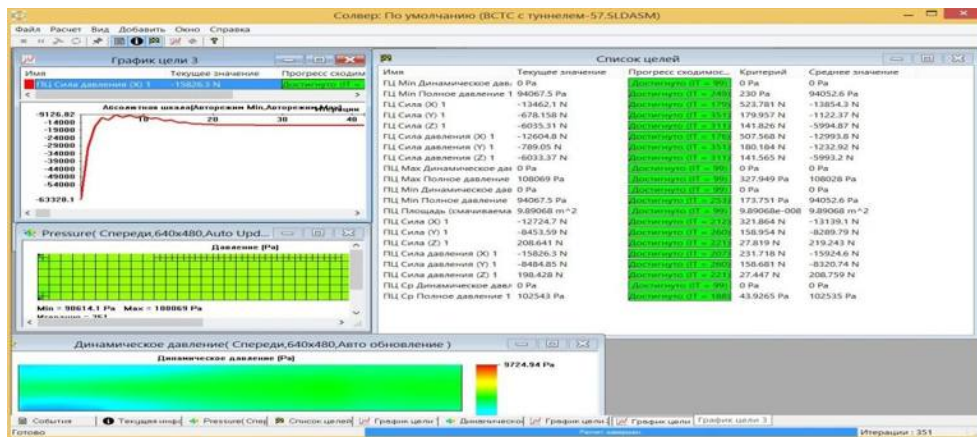


Рис. 6. Результаты расчета лобового сопротивления (сила давления (X)) кабины ВСНТ с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с в тоннели для двухпутного движения

Как видно на рисунке 6, сила лобового сопротивления ВСНТ в двухпутном тоннеле равна 15924,6 Н, что на 5,3 % меньше, чем в однопутном тоннеле.

На рис. 7 представлены результаты расчета внешнего обтекания ВСНТ с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с на открытой местности.

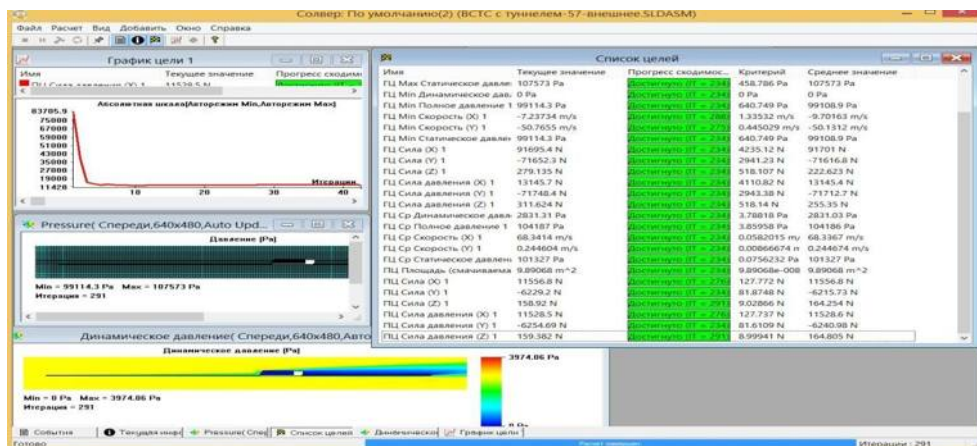


Рис. 7. Результаты расчета внешней аэродинамики ВСНТ с углом наклона кабины 57° и скоростью 70 м/с

Как видно на рис. 7, сила лобового сопротивления ВСНТ на открытой местности равна 11556,8 Н, что на 31,3 % меньше, чем в однопутном тоннеле.

Заключение. Расчеты силы лобового сопротивления кабины ВСНТ с углом наклона кабины 57^0 и скоростью 70 м/с показали, что в тоннели для однопутного движения величина силы на 5,3 % больше, чем в тоннели для двухпутного движения, и на 31,3 % больше, чем на открытой местности. Сила лобового сопротивления кабины ВСНТ с углом наклона кабины 39^0 и скоростью 70 м/с на 43,5 % меньше, чем у ВСНТ с углом наклона кабины 57^0 при той же скорости движения. Таким образом, сила лобового сопротивления ВСНТ в тоннелях значительно больше, чем на открытой местности, она возрастает при уменьшении площади сечения тоннеля и уменьшается при уменьшении угла наклона кабины к горизонту. Приведенная методика расчета силы лобового сопротивления ВСНТ может быть использована при проектировании ВСНТ, тоннелей и при установлении скоростного режима в тоннелях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 URL: <https://ulkm.ru/produkcija/elektropoezd-lastochka/> (Дата обращения 11.04.2022)
- 2 Тверской вагоностроительный завод. Каталог. Электропоезда. Иволга 3.0. URL: http://www.tvz.ru/press/news/news_detail.php?ELEMENT_ID=1765&sphrase_id=31422 (Дата обращения 11.04.2022)
- 3 Siemens. Россия. Пресс-офис. Иномарки для РЖД. Профиль, 29.05.2006. URL: https://web.archive.org/web/20070927022917/http://www.siemens.ru/siemens.sbs?res=ru%2Fpress%2FAbout_us%2FN300506 (Дата обращения 11.04.2022)
- 4 Марданова Н. А., Сорока А. А. Приоритетные направления развития железнодорожного транспорта в Московской области // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации : Сборник трудов XXII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 19–20 ноября 2020 года. Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. С. 78-82.
- 5 Алимовский А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 448 с.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

К. Ю. Токмачева¹, А. О. Шилин², А. Н. Балалаев³

Введение. В настоящее время перед мировой экономической системой стоит проблема эффективного использования природных ресурсов, ресурсосбережения во всех отраслях. Транспорт, являясь неотъемлемой частью и связующим звеном экономики любой страны, выступает одним из наиболее мощных потребителей энергоресурсов. В связи с этим решается задача поиска и использования новых источников энергии, одним из которых является солнечная энергетика. Использование возобновляемого источника энергии – воздушных потоков – положено в основу развития еще одного направления – ветроэнергетики. Традиционно альтернативные (возобновляемые) источники энергии применяются в гибридных системах – совместно с традиционными. На транспорте сейчас активно внедряются такие системы: солнечные батареи и ветрогенераторы для электроснабжения в основном собственных нужд транспортных средств. Однако имеется и мировой опыт использования альтернативной энергетики для тяги транспортных средств.

Основная часть. В настоящее время солнечная энергетика субсидируется и получает государственную поддержку. Однако снижение стоимости солнечных панелей и развитие преобразовательной техники делают ее все более доступной. В Индии солнечная энергия стала самым дешевым источником, и в некоторых других странах уже конкурирует с энергией, получаемой с помощью угля.

¹ Токмачева Кристина Юрьевна – студент группы ПСЖД-82, факультет ПС и ПМ

² Шилин Александр Олегович – аспирант 2 курса кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта»

³ Балалаев Анатолий Николаевич – д.т.н., профессор кафедры «Вагоны»

Доля солнечной энергии за последние десять лет выросла с 1 % до 9 % в мировой энергетической системе (рисунок 1), как отмечается в докладе Международного энергетического агентства (МЭА). И по его оценочным прогнозам к 2040 г. ожидается увеличение доли солнечной энергетики до 24 %.

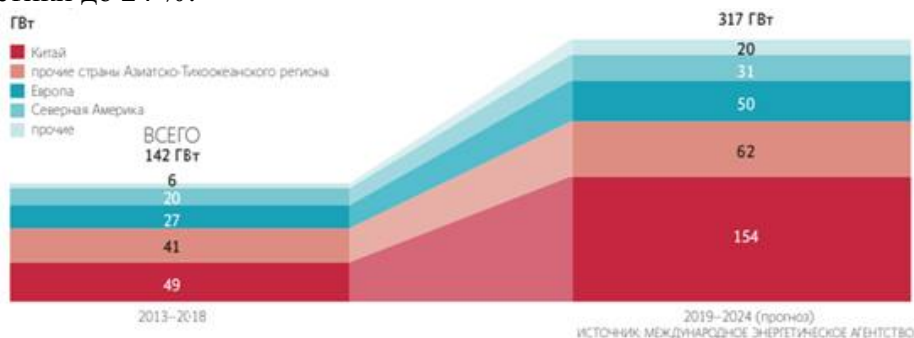


Рис. 1. Рост установленных мощностей солнечной энергетики

Одним из мировых лидеров развития солнечной энергетики является Индия благодаря тому, что здесь значительно снизилась стоимость строительства электростанций (на 84 %) [1]. Также снизились издержки на производство и переработку солнечной энергии в Австралии и Китае, сейчас стоимость солнечной энергии в этих странах – одна из самых низких в мире.

В Индии планируется к 2030 году увеличить мощности в секторе возобновляемой энергии до 450 ГВт, а за последние пять лет установленные мощности в Индии выросли примерно в 10 раз до 32 ГВт. Если планы правительства страны реализуются, то доля ископаемого топлива в ее электрогенерации может стать ниже 50 %.

Необходимо отметить, что именно в Индии солнечная энергия впервые в истории стала дешевле энергии, получаемой с помощью угля (рисунок 2).



Рис. 2. Соотношение стоимости солнечной энергии и энергии, полученной при переработке угля или газа

Необходимо отметить недостаток солнечной энергетики – электричество возможно производство энергии только в солнечную погоду, поэтому встает вопрос разработки недорогих способов хранения энергии. Оптимальным способом представляется строительство аккумуляторов, достаточно больших по размерам и емкости, чтобы накапливать и хранить энергию в то время, когда вырабатывается значительные мощности. С другой стороны, чем крупнее электростанции солнечной энергетики, тем большие затраты требуются на их оптимальное содержание. солнечные электростанции, тем труднее их поддерживать в оптимальном состоянии. Развитие робототехники позволило использовать специальных роботов на крупнейшей электростанции Асте в пустыне (927 180 солнечных панелей) для очищения оборудования, чтобы не снизилась выработка электроэнергии [1].

Использование солнечной энергии имеет место и на железнодорожном транспорте. В Австралии запущен первый в мире поезд, функционирующий полностью на солнечных батареях (рисунок 3).



Рис. 3. Использование солнечной энергии на железнодорожном подвижном составе в Австралии

Энергоснабжение тяговых двигателей осуществляется от солнечных панелей, расположенных на крыше вагонов и на станциях, где поезд дополнительно подзаряжается. Отмечается, что поезд, может функционировать и при высокой облачности. В вагонах оборудовано 100 мест для сидения пассажиров, места для проезжающих стоя. Стоимость поездки составляет \$3.

В последнее время активно проводятся разработки вопросов альтернативной энергетики и отечественными исследователями. Так, российские ученые провели исследование возможности применения солнечной энергетики для обеспечения ресурсосбережения в компании ОАО «РЖД» [3]. Обозначены основные проблемы и перспективы внедрения альтернативных источников на транспорте, уникальные возможности, которые обеспечивает железнодорожная инфраструктура для производства, хранения и накопления солнечной энергии. Являясь одним из крупнейших потребителей электроэнергии, железнодорожный транспорт остро нуждается во внедрении ресурсосберегающих технологий [4].

Авторами [5, 6] проведено исследование возможности применения солнечных панелей в качестве дополнительных источников энергии для системы электроснабжения пассажирского вагона. Исследованиям альтернативной системы энергоснабжения специализированных контейнеров для перевозки твердых коммунальных отходов посвящены разработки [7, 8]. Система энергоснабжения включает ветрогенераторы, которые обеспечивают зарядку шести аккумуляторных батарей контейнера.

Проведенные исследования показывают, что использование альтернативных источников энергии позволит снизить энергопотребление подвижного состава, однако высокая стоимость производства и преобразования альтернативной энергии остается сегодня достаточно актуальной.

Заключение. У альтернативной энергетики, как и у всех других видов и способов получения и переработки энергии имеются свои, свойственные ей преимущества и недостатки. К безусловным преимуществам альтернативной энергетики относятся возобновляемость источников и экологическая безопасность. Высокая стоимость оборудования и значительные материальные затраты на этапах на строительство и монтаж электростанций, значительный уровень зависимости от внешних факторов и низкий КПД установок на современном этапе развития альтернативной энергетики относятся к недостаткам указанного способа получения энергии. Однако, несмотря на значительные недостатки, расширение применения альтернативной энергетики, совершенствование технических средств для получения, преобразования, хранения и накопления энергии представляется достаточно перспективным направлением развития энергетической отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Солнечная энергия уже может конкурировать с углем. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/02/19/823408-solnechnaya-energiya-uglem>.
- 2 В Австралии запустили первый в мире поезд на солнечной энергии. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/354875-v-avstralii-zapustili-pervyy-v-mire-poezd-na-solnechnoy-energii>.
- 3 Энергия солнца послужит РЖД. URL: <https://www.energovector.com/strategy-energiya-solntsa-poslujit-rjd.html>.
- 4 К вопросу применения альтернативных источников энергии на железнодорожном транспорте / К. Ю. Токмачева, Т. В. Грушина, А. Н. Балалаев, С. В. Коркина // Техника и технологии наземного транспорта : Материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 195-200.
- 5 Оценка энергоэффективности системы электроснабжения пассажирского вагона с использованием ветрогенераторов и солнечных батарей / А. Н. Балалаев, С. В. Коркина, Е. М. Плохов, А. Ю. Половинкина // Электротехника. 2020. № 3. С. 50-54.
- 6 An Energy-Efficiency Assessment of a Railroad Passenger-Car Power-Supply System Using Wind Generators and Photovoltaic Panels / A. N. Balalaeв, S. V. Korkina, E. M. Plokhov, A. Y. Polovinkina // Russian Electrical Engineering. 2020. Vol. 91. No 3. P. 195-198. DOI 10.3103/S1068371220030062.
- 7 Токмачева К. Ю., Балалаев А. Н. Использование альтернативных источников энергии на подвижном составе железнодорожного транспорта // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2022. – № 1(4). С. 193-200. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_193.
- 8 Балалаев А. Н., Сорокина К. А., Стародворская А. Н. Вопросы энергоснабжения специализированного контейнера при перевозке железнодорожным транспортом // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 19-22.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТА

А. В. Шпетко¹, С. В. Коркина², А. О. Шилин³

Введение. В настоящее время ОАО «РЖД» реализует проект цифровой трансформации железнодорожной транспортной инфраструктуры. До 2025 года в Центральной дирекции инфраструктуры (ЦДИ) предполагается внедрение восьми цифровых проектов [1, 2]: создание цифровых моделей и предиктивной аналитики (прогнозов) по техническому состоянию железнодорожных путей, устройств СЦБ, технического состояния грузовых вагонов за счет использования автоматизированных средств контроля на ходу поезда и др.

Кроме того, в настоящее время реализуется проект перехода к принципиально новой организации рынка узлов и деталей вагонов и самого вагонного парка в целом, учета продукции с использованием цифровой технологии – распределённого реестра.

Многие пилотные проекты уже успешно внедрены с 2019 года в рамках реализации Программы цифровизации транспортной инфраструктуры: создание сервисов контроля жизненного цикла колёсных пар грузового вагона, жизненного цикла грузовых вагонов на платформе «Распределённый реестр данных». Ведется работа по созданию цифрового двойника инфраструктурного комплекса холдинга на участке Владыкино – Белокаменная, предполагается разработка и внедрение этого проекта на других объектах инфраструктуры ОАО «РЖД».

Среди перспективных задач Центральной дирекции инфраструктуры необходимо отметить расширение и развитие структуры и возможностей Единой корпоративной автоматизированной системы управления вагонного хозяйства (ЕК АСУВ), разработку технологий и предиктивной аналитики на основе информации, получаемой от интегрированных постов автоматизированного приёма и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС).

Значительное внимание компанией уделяется и повышению качества обучения производственного персонала. Активно развиваются и внедряются технологии дистанционного обучения и контроля знаний, интерактивные методы и средства обучения. Однако необхо-

¹ Шпетко Ангелина Витальевна – студент группы ПСЖД-82, факультет ПС и ПМ

² Коркина Светлана Владимировна – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Вагоны»

³ Шилин Александр Олегович – аспирант 2 курса кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта»

димо отметить, что наиболее эффективными сейчас признаны технологии обучения с применением виртуальной и дополненной реальности – сквозной цифровой технологии, установленной классификацией, утвержденной Минэкономразвития РФ [3-5].

Основная часть. При активном внедрении сквозных цифровых технологий и в пассажирском комплексе компании одной из актуальных проблем является нехватка специалистов и недостаточный уровень квалификации производственного персонала.

Преимуществом современных тренажерных комплексов является то, что не требуется закупка дорогостоящего оборудования, возможно сокращение расходов компании на длительное обучение персонала. Кроме того, использование виртуальной и дополненной реальности позволяет погрузить обучающегося в процесс профессиональной деятельности (стажерские рейсы, курсы повышения квалификации в сторонних организациях, практическая подготовка и пр.) [6, 7].

В связи с этим, сегодня ведутся активные разработки тренажерных комплексов для профессионального обучения, технической учебы, контроля знаний и навыков персонала компании ОАО «РЖД» в различных отраслях ее деятельности.

Современный тренажер представляет собой программно-аппаратный комплекс, общая структура приведена на рисунке 1 [8].



Рис. 1. Общая структурная схема программно-аппаратного комплекса тренажера

Необходимо отметить, что разработки программных продуктов, аппаратного комплекса, структуры и содержания основных элементов тренажерного комплекса должны проводиться совместно специалистами в предметной области и IT-специалистами. Это позволит корректно сформулировать тестовые задания (при наличии таковых), другие обучающие и оценочные материалы, используемые в тренажерном комплексе. Основываться требуется на актуальной нормативной документации соответствующего направления с обеспечением возможности ее обновления и актуализации [6].

Наибольший интерес для применения в пассажирском хозяйстве представляют разработки, направленные на повышение качества и содержания обучения проводников пассажирских вагонов и персонала, реализующего техническое обслуживание вагонов при подготовке к рейсу.

Общие структуры разработанной технической части тренажерных комплексов приведены на рисунках 2 и 3 [3-6].

Разработке технической части тренажерного комплекса предшествует выбор прототипа вагона определенной модели. Типовая структура тренажера подразумевает наличие двух режимов: обучения и контроля знаний и навыков, модули тренажера содержат основные этапы производственной деятельности.

Следующим этапом создания тренажерного комплекса является разработка сцены и картин виртуальной реальности, их детализация с использованием видео- и фотоматериалов. Пример картины виртуальной реальности (осмотр подвагонного оборудования) приведен на рисунке 4.

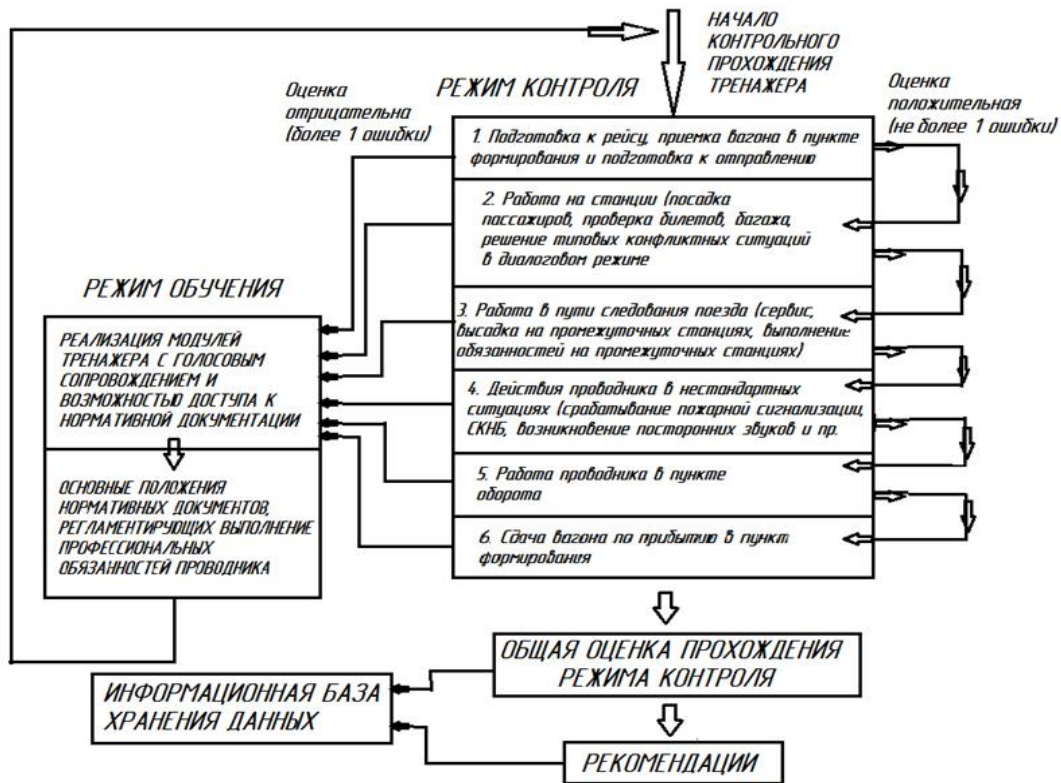


Рис. 2. Режимы и модули тренажерного комплекса с применением виртуальной реальности для обучения проводников пассажирского вагона

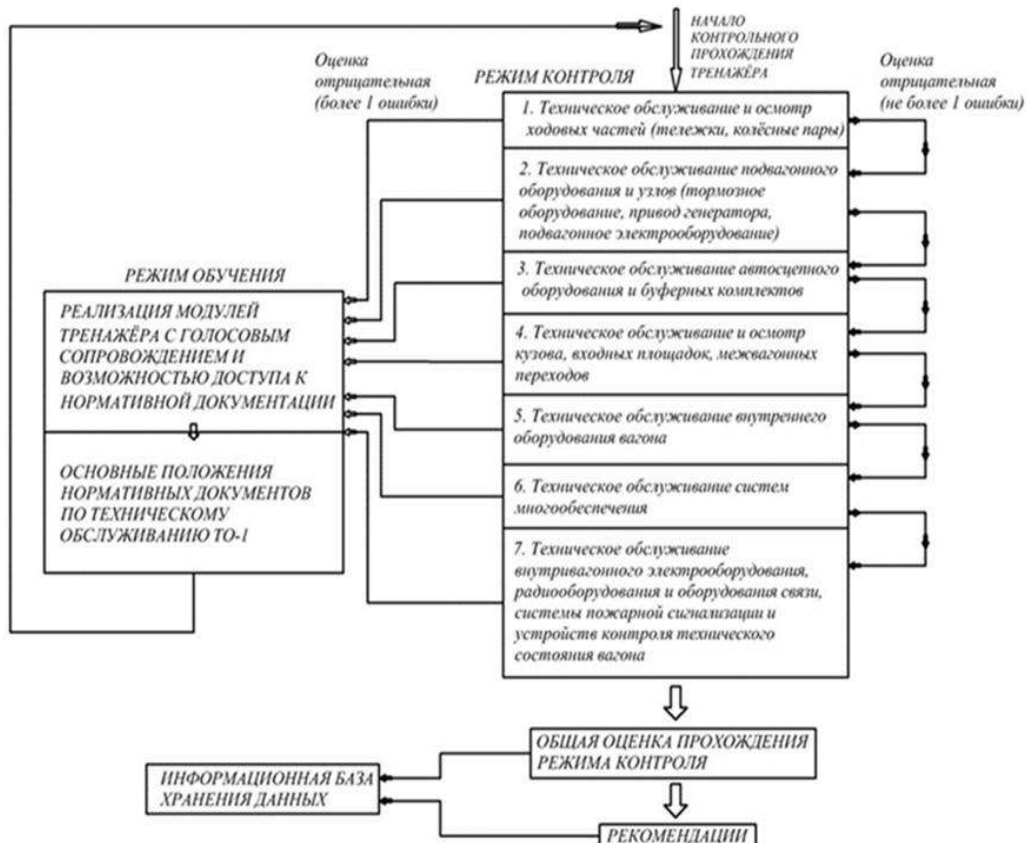


Рис. 3. Режимы и модули тренажерного комплекса с применением виртуальной реальности для обучения проводников пассажирского вагона



Рис. 4. Пример картины виртуальной реальности (осмотр подвагонного оборудования)

В состав технического задания на создание виртуального тренажера входит также моделирование возможных ситуаций при реализации производственной деятельности, приводится перечень моделируемых неисправностей, нестандартных ситуаций в работе проводника и пр.

Обязательным элементом освоения и контроля знаний и навыков посредством тренажерных комплексов является разработка объективной системы оценки, формирование единой информационной базы результатов обучения и контроля уровня квалификации персонала.

Заключение. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в процесс обучения специалистов транспорта позволяет значительно повысить качественный уровень обучения, соответствовать требованиям современности – развития цифровой трансформации производственных процессов, обеспечить объективность контроля знаний и навыков персонала. В дальнейшем целесообразно рассмотреть возможность разработки и применение технологий виртуальной реальности в обучении других специальностей железнодорожного транспорта: дефектоскопистов в ремонте подвижного состава, осмотре и техническом обслуживании составов на ПТО и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Как идёт цифровая трансформация в ОАО «РЖД». URL: <https://gudok.ru/content/infrastructure/1550612/>.
- 2 Шпетко А. В., Краснова И. А., Коркина С. В. К вопросу цифровой трансформации транспортной инфраструктуры - основные направления и перспективы // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 201-207. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_201.
- 3 Коркина С. В., Жебанов А. В. Применение технологий виртуальной реальности при обучении проводников пассажирского вагона // *Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КриЖТ ИрГУПС*. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2021. С. 46-50.
- 4 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка сцены и моделей виртуальной реальности тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорта*. 2020. № 1. С. 61-64.
- 5 Коркина С. В., Жебанов А. В. Разработка виртуального тренажера для обучения персонала, реализующего техническое обслуживание то-1 пассажирских вагонов // *Наука и образование транспорта*. 2020. № 1. С. 65-68.
- 6 Применение технологий виртуальной реальности при обучении и контроле профессиональных навыков проводника пассажирского вагона / С. В. Коркина, А. В. Жебанов, В. В. Авсиевич, Ю. К. Мустафаев // *Наука и образование транспорта*. 2019. № 1. С. 38-42.
- 7 Внедрение цифровых технологий в процесс технической учебы работников, реализующих техническое обслуживание пассажирских вагонов / И. А. Соболев, Н. В. Митин, А. В. Шпетко, С. В. Коркина // *Техника и технологии наземного транспорта: Материалы международной студенческой научно-практической конференции*, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 187-192.
- 8 Шпетко А. В. Цифровые технологии в процессе обучения специалистов железнодорожного транспорта / А. В. Шпетко, И. А. Соболев, С. В. Коркина // *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2022. № 1(4). С. 153-159. DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_153.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ГЭТ

А. В. Виснап¹, А. Г. Старикова²

Введение. Тяговая подстанция городского электротранспорта состоит из большого количества электрооборудования (распределительные устройства, силовые трансформаторы, быстродействующие автоматические выключатели, релейная защита), надежная эксплуатация которого продолжительное время без проведения контроля и диагностирования его технического состояния невозможна и может привести к возникновению неисправностей, выводу его из строя и весомым экономическим последствиям из-за остановки движения подвижного состава на линии [1]. Организация тепловизионного контроля состояния электрооборудования тяговой подстанции позволит повысить надежность его работы.

Основная часть. В настоящее время в различных областях электроэнергетики и электротехники сохраняется политика перехода от планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования к проведению ремонтов по фактическому состоянию, на основе проведения периодического диагностирования. Такой подход требует внедрения различных современных систем диагностики в существующую систему планово-предупредительных работ. В статье предлагается в качестве такой системы использовать тепловизионный контроль, а в качестве диагностического параметра – температуру нагрева отдельных узлов оборудования.

Тепловизионный контроль (ТК) электрооборудования тяговых подстанций необходимо проводить в соответствии с нормативными документами: Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей; РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования»; РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ». При проведении оценки технического состояния оборудования используются нормативы предельно допустимой температуры нагрева и предельно допустимого превышения температуры для различных контролируемых узлов, установленные в руководящих документах [2–4].

В отличие от традиционных методов контроля электрооборудования, тепловизионная диагностика обладает следующими преимуществами: не требует вывода его из работы; проводится дистанционно; позволяет оценивать техническое состояние электрооборудования как в целом, так и отдельных его элементов; определяет дефекты оборудования в начальном состоянии их развития; полученные результаты проверок хранятся в электронном виде, при необходимости можно создать электронный архив результатов контроля для конкретного типа оборудования или тяговой подстанции в целом.

Организация тепловизионного контроля заключается в:

- систематическом контроле состояния электрооборудования тяговой подстанции с учетом опыта его эксплуатации, режима работы, внешних и других факторов;
- объем измерений контролируемого объекта или совокупности объектов.

Тепловизионный контроль проводится при помощи специальных приборов (тепловизоров), который должен обладать хорошими техническими характеристиками. При анализе результатов тепловизионной диагностики должна осуществляться оценка обнаруженного дефекта и даны прогнозы возможного его развития и сроков устранения [5].

Оценка теплового состояния оборудования и токоведущих частей, в зависимости от условий их работы и конструкции осуществляется по значениям превышения температуры, избыточной температуре или коэффициенту дефектности.

Для примера приведем термограмму, фотографию контактной шпильки и протокол измерений трансформатора 6/0,4 кВ фазы «С» по стороне 0,4 кВ.

¹ Виснап Артур Вадимович – студент группы ЭЭБ-81, факультет ПСиПМ

² Старикова Анна Геннадьевна – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

Объект: Определение нагрева контактной шпильки трансформатора 6/0,4кВ фазы «С» по стороне 0,4кВ (внутри трансформатора) (рисунок).

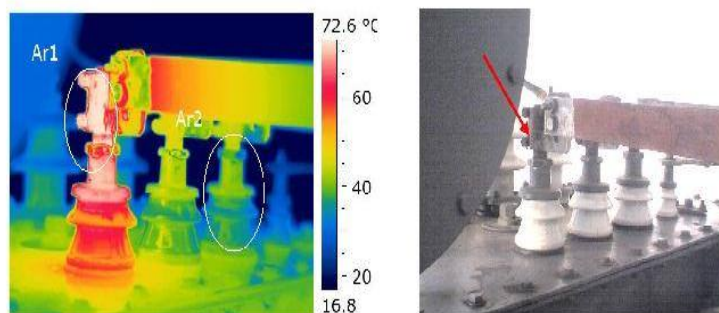


Рис. Термограмма и фотография контактной шпильки трансформатора 6/0,4 кВ фазы «С» по стороне 0,4 кВ

Исходные данные:

Температура окружающей среды ($T_{окр}$) – 23 °С;

Максимальная температура узла ($T_{изм}$) – 74,1 °С;

Температура точки сравнения ($T_{изм\ мин}$) – 43,7 °С;

Номинальный ток нагрузки присоединения ($I_{ном}$), А – 100 %

Фактический ток нагрузки ($I_{раб}$), А – 50 %

Избыточная температура дефекта ($T_{изм} - T_{изм\ мин}$) – 30,4 °С;

Избыточная температура дефекта (ΔT), приведенная к 0,5 $I_{ном}$ – 30,4 °С

Описание дефекта: Нагрев контактной шпильки трансформатора 6/0,4 кВ фазы «С» по стороне 0,4 кВ.

Критерии дефектности узла в соответствии с требованиями РД 34.45-51.300-97 при токах нагрузки (0,3-0,6) $I_{ном}$:

$\Delta T=(5-10)$ °С – Начальная степень неисправности

$\Delta T=(10-30)$ °С – Развившийся дефект

$\Delta T>30$ °С – Аварийный дефект

Рекомендации: Аварийный дефект. Дефект требует немедленного устранения.

На основе анализа опыта использования проведения тепловизионного контроля состояния электрооборудования при обслуживании тяговой подстанции горэлектротранспорта на начальной стадии внедрения системы на предприятии, т.е. в первые 3 года мониторинг электрооборудования при помощи тепловизионных приборов следует выполнять в следующие сроки:

- в случае, если ремонт не производился, для определения его объема и выполнения ремонта по фактическому состоянию электрооборудования – ежегодно;
- в случае, если ремонт производился, для определения эффективности проведенных воздействий и качества выполнения ремонта, а также для составления корректировки планово-предупредительных работ – ежегодно [6].

Далее, в случае проявления положительных результатов от внедрения тепловизионного контроля (уменьшение количества температурных дефектов и наличия выраженной тенденции к их снижению), переходят к срокам проведения диагностики, изложенных в таблице. Сроки обследований составлены на основании действующих планово-предупредительных работ (ППР) на тяговых подстанциях городского электрического транспорта.

Авторы статьи предлагают для осуществления тепловизионного контроля на тяговых подстанциях ГЭТ на предприятии организовать специальный отдел, занимающийся диагностикой. Это вызвано тем, что на предприятии из-за достаточно большого количества объектов, подлежащих тепловизионному контролю, требуются значительные трудозатраты на проведение мониторинга и обработку результатов. Достижение положительного результата от организации тепловизионного контроля состояния оборудования тяговой подстанции возможно при строгом выполнении запланированных работ, четком взаимодействии термогра-

фистов и ремонтно-обслуживающего персонала, систематическом обновлении базы результатов диагностики и их анализе.

Таблица

Периодичность обследований электрооборудования и контактных соединений (контактов) электрооборудования

№ п/п	Объект обследования	Периодичность обследований в эксплуатации, не реже
Распределительное устройство (РУ) 6(10) кВ		
1	Сборные соединительные шины 10 кВ	1 раз в год
2	Кабели 10 кВ, концевые муфты 10 кВ	2 раза в год
3	Ввод № 1	1 раз в год
4	Ввод № 2	1 раз в год
5	Агрегат № 1	1 раз в год
6	Агрегат № 2	1 раз в год
7	Агрегат № 3	1 раз в год
8	Агрегат № 4	1 раз в год
9	Трансформатор СН 1	1 раз в год
10	Трансформатор СН 2	1 раз в год
11	Трансформатор ТН	1 раз в год
Распределительное устройство (РУ) 600 В		
12	Сборные соединительные шины (+) 600 В	ежегодно
13	Сборные соединительные шины (-) 600 В	ежегодно
14	Кабели (+) 600 В, концевые муфты (+) 600 В	1 раз в год
15	Кабели (-) 600 В, концевые муфты (-) 600 В	1 раз в год
16	Линейный автоматический выключатель	1 раз в 4 месяца
Распределительное устройство (РУ) 0,4 кВ		
17	Щит собственных нужд (СН)	1 раз в год

Заключение. Использование ТК для оценки состояния оборудования тяговых подстанций городского электрического транспорта – перспективное направление. Его можно использовать совместно с традиционными методами диагностики, однако, для обнаружения нестандартных дефектов он является единственно возможным [7]. Тепловизионный контроль достаточно эффективен при его применении в сжатые сроки снижается количество дефектов оборудования, связанных с его перегревом, его высокая информативность позволяет оперативно и точно выявлять причину дефекта и локализовать его.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1 Загайнов Н. А., Финкельштейн Б. С. Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1988. 327 с.
- 2 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Министерства энергетики РФ от 13.01.2003 г. № 6, зарегистрированы Минюстом РФ 22.01.2003 г., № 4145.
- 3 Объем и нормы испытаний электрооборудования. РД 34.45-51.300-97. РАО «ЕЭС России». С изменениями № 1 и 2 от 10.01.200 и 22.08.2000.
- 4 Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ. РД 153-34.0-20.363-99 Утверждены Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО «ЕЭС России» 14.12.99 г., дата введения 2000-06-01.
- 5 Бажанов С. А. Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации. Часть 1, 2. М. : НТФ «Энергопрогресс», 2005.
- 6 Вавилов В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. Москва, ИД Спектр, 2009. С. 544.
- 7 Проблема качества электроэнергетики в системе электроснабжения городского электрического транспорта / Руцкий В. М., Тычков А. С., Старикова А. Г., Трофименко С. В. // Вестник Транспорта Поволжья. 2018. № 1 (67). С.17-23.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Р. А. Ведышев¹, А.С. Тычков²

Введение. Надежная работа электроподвижного состава зависит от многих разнородных факторов, одним из них является высокий уровень качества функционирования и техническое состояние электрических аппаратов [1, 2], от которых напрямую зависит работа всей электрической схемы, а значит и эффективная реализация тягово-сцепных свойств. Поэтому проблема модернизации средств оценки технического состояния элементов электрических аппаратов является актуальной задачей.

Основная часть. Одними из наиболее подверженных частым отказам узлов электрических аппаратов являются такие элементы конструкции, как катушки. Они подвержены таким основным неисправностям как обрыв провода или межвитковые замыкания, излом и ослабление крепления выводов. Наиболее сложно выявляемым дефектом в эксплуатации и ремонте являются межвитковые замыкания, возникновения которых приводят к отказам не только аппаратов, но и электрических машин [3, 4], а в отдельных случаях к утрате функциональности всей силовой схемы [5]. Существующие приборы для контроля на межвитковые замыкания имеют высокую погрешность измерений, часто выдают спорный или неоднозначный результат, ограничивают спектр измерений по различным электрическим параметрам. Поэтому для решения указанной проблемы предлагается двухуровневый комплекс контроля состояния катушек электрических аппаратов, состоящий из двух устройств определения межвитковых замыканий, конструктивно реализованных в едином блоке. Устройства имеют различные способы реализации импульсного принципа выявления межвитковых замыканий: первое основано на рассмотрении полученного обратного импульса от испытуемой катушки электрического аппарата, а второе базируется на основе использования обратного преобразователя. Структурная схема устройства контроля катушек электроаппаратуры обратным импульсным методом представлена на рис.

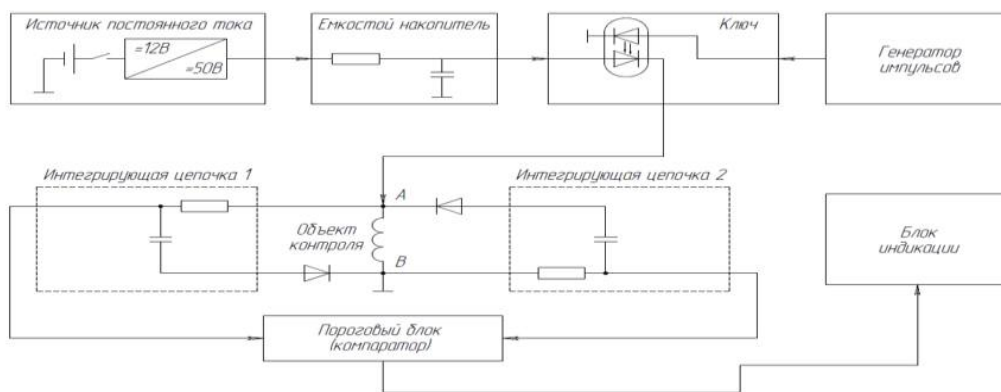


Рис. 1. Структурная схема устройства контроля катушек электроаппаратуры обратным импульсным методом

Разработанное устройство функционирует следующим образом. При введении в действие аккумулятора ко всем функциональным блокам схемы подается питание. Электронный ключ 3 (оптическая пара), включенный импульсом, поступившим от генератора импульсов 13, разряжает емкостной накопитель 2 на диагностируемую обмотку 4, резистор 5, конденсатор 7, после чего выключается. Возникающая при этом ЭДС самоиндукции замыкается по цепи: контакт В диагностируемой обмотки 4 - резистор 6 - конденсатор 8 - диод 10 - контакт А. Таким образом, на входах компаратора 12 появляется информация о величине амплитуд прямого и обратного импульсов на диагностируемой обмотке 4 (А-В). При отсутствии межвиткового замыкания в диа-

¹ Ведышев Роман Александрович – студент группы ПС-74, факультет ПСиПМ

² Тычков Александр Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры «Электрический транспорт»

гностируемой обмотке 4 амплитуды прямого и обратного импульсов равны, сигналы на входах компаратора 11 одинаковы, питание на индикатор (светодиод) 12 не поступает.

Наличие межвиткового замыкания в диагностируемой обмотке 4 создает два контура замыкания ЭДС самоиндукции обратного импульса. Первый контур: короткозамкнутый виток, второй контур: точка В обмотки - резистор 6 - конденсатор 8 - диод 10 - точка А обмотки. Поскольку сопротивление короткозамкнутого витка значительно меньше сопротивления второго контура, сигнал на втором входе компаратора 11 будет значительно меньше сигнала, поступившего на первый вход компаратора 11, что вызовет срабатывание компаратора 11 и включение светодиода 12.

Преимуществом предлагаемого устройства является высокая достоверность, за счет того, что высоковольтные импульсы тока подаются на контролируемую обмотку напрямую от емкостного накопителя энергии посредством оптической пары. Путем сравнения входного воздействия (уровня напряжения) проходящего на контролируемый объект и отклика (ЭДС самоиндукции) выносится заключение об исправности или дефектности катушки.

Вторым компонентом, входящим в состав двухуровневого комплекса контроля состояния катушек электрических аппаратов является установка для обнаружения витковых замыканий в катушках электроаппаратов на основе обратного преобразователя. Устройств по поиску витковых замыканий (ВЗ) с использованием емкостных накопителей существует достаточно большое количество, причем им присущи такие недостатки как низкая эффективность цепи заряда, значительные габариты, сложность регулировки напряжения на накопительном конденсаторе. Поэтому предлагается использование высокочастотного преобразователя по схеме обратного преобразователя. Выполнение стабилизации напряжения полного заряда накопительного конденсатора и обеспечение контроля величины напряжения на опорном входе блока сравнения, как за амплитудой напряжения на накопительном конденсаторе, так и за напряжением разряда конденсатора на контроллер, предназначенный для фиксации тока разряда, позволит повысить уровень чувствительности. Использование высокочастотного метода заряда конденсатора увеличит энергетические показатели установки, также благодаря повышенной частоте уменьшатся габариты трансформатора, применяемого в приборе. Управление режимами работы, а значит изменение величины стабилизированного напряжения на накопительном конденсаторе для различных типов контролируемых катушек электрических аппаратов, обеспечивается за счет корректировки глубины обратной связи контроллера широтно-импульсной модуляции. Благодаря предлагаемым техническим решениям будут повышены эксплуатационные характеристики установки для обнаружения витковых замыканий.

Заключение. Использование предлагаемого двухуровневого комплекса, за счет совместного применения импульсных устройств базирующихся на различных схемных решениях позволит повысить эффективность выявления витковых замыканий, увеличить достоверность оценки технического состояния электрических катушек аппаратов. При внедрении комплекса необходимо провести обоснование в соответствии с уже апробированными методиками [6, 7]. Предлагаемое техническое решение повысит надежность работы электроаппаратуры, снизит вероятность возникновения непланового ремонта и возможной задержки графика движения поездов в ходе локализации данной неисправности, что существенно повысит уровень обеспечения безопасности движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Калякулин А. Н., Тычков А. С., Анахова М. В. Анализ схем включения реле защиты от заземления в силовых цепях тепловозов // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 1(67). С. 11-16.
- 2 Калякулин А. Н., Тычков А. С., Силаев В. А. Выравнивание рабочего напряжения в изоляции обмоток тяговых электродвигателей тепловозов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 2. С. 375-387.
- 3 Андрончев И. К., Тычков А. С. Практическая реализация системы диагностирования тяговых двигателей электровозов // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2006. № 6. С. 20-25
- 4 Тычков А. С. Диагностирование тяговых электродвигателей грузовых электровозов по параметрам магнитного поля: дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2009. 144 с.

- 5 Тычков А. С. Оценка технического состояния тяговых двигателей электровозов на основе исследования характеристик магнитного поля в объеме электрической машины // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2007. № 8. С. 61-65.
- 6 Тычков А. С., Булатов А. А. Оценка эффективности внедрения системы диагностики тяговых электродвигателей электровозов // Актуальные проблемы развития транспортных систем Российской Федерации : сборник научных трудов. Самара : СамГАПС, 2005. С. 84-88.
- 7 Андрончев И. К., Булатов А. А., Тычков А. С. Методика диагностирования тяговых электродвигателей электровозов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. Спецвыпуск. С. 170-172.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНЫМ ЛОКОМОТИВОМ

К. А. Бобров¹, Н. Н. Капранов², А. А. Булатов³

Введение. В настоящее время автономные локомотивы, использующие в качестве источника энергии углеводородное топливо, не имеют технической возможности накапливать кинетическую энергию или возвращать ее в контактную сеть, как, например, электровозы при рекуперации.

Развитие технологий накопления и использования аккумуляторов большой ёмкости позволяет внедрить в тяге поездов накопление электрической энергии путем превращения механической энергии вращения тяговых электродвигателей при спусках и торможениях в электрическую с последующей ее отдачей на тягу поезда.

Гибридный локомотив – это локомотив, а также вагон или поезд, особенностью которого является использование встроенной аккумуляторной системы, которая находится между источником питания и системой тяги, связанной с колесами [1, 2].

В обычных локомотивах, например, нет системы, которая могла бы накапливать энергию за счет рекуперативного торможения. В отличие от электровозов, где эта энергия может быть возвращена в контактную сеть. В то же время эксплуатация локомотивов связана с проблемой расхода топлива. Актуальная проблема расхода топлива тесно связана с многочисленными переходными процессами, возникающими в двигательной установке во время маневровой работы локомотива, которые также негативно сказываются на расходе топлива.

В настоящее время для решения этих задач чаще всего применяют ёмкостные аккумуляторы, смягчающие переходные процессы.

Гибридные локомотивы с современными накопителями энергии – новый сегмент рынка.

Причиной такой тенденции является бурное развитие технологий хранения энергии (особенно литий-ионных аккумуляторов). Цена на аккумуляторные батареи упала в разы. Их надежность, безопасность, энергоёмкость и другие свойства соответствуют требованиям железнодорожного транспорта.

Способ управления гибридной силовой установкой локомотива заключается в том, что через систему управления с измерительными приборами регулируются процессы в переходных режимах, используется свободная мощность дизель-генератора для зарядки накопителя энергии. Новым является то, что геоинформационные данные принимаются и обрабатываются. Маршрутные данные о каждом рейсе, принятые от навигационных спутниковых устройств, а также рабочие параметры силового агрегата, по цифровой линии передачи к вычислительному блоку управления локомотивом, микропроцессорной системе управления, связанной с силовой установкой, сохраняют статистические данные поездок в энергонезависимой памяти локомотива. Блок систематизации данных на основе полученной статистики и заданных значений скорости и силы тяги определяет параметры силового агрегата, минимизируя расход топлива, и передают их в микропроцессорный блок управления для расчета

¹ Бобров Кирилл Андреевич – студент группы ПС-83, факультет ПС и ПМ

² Капранов Николай Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «ЭТ»

³ Булатов Андрей Александрович – к.т.н., доцент кафедры «ЭТ»

средней мощности, а разница в потребляемой мощности компенсируется энергией накопителя. Схемы гибридных установок представлены на рис. 1-2.

Гибридные локомотивы имеют ряд преимуществ, в первую очередь - безвредность для окружающей среды, управление будет оказывать меньшее вредное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционным дизельным двигателем. Другим преимуществом является отказ от топлива, что сказывается на финансовой выгоде.

Использование меньшего количества топлива снижает нашу зависимость от ископаемого топлива, одновременно помогая снизить внутренние цены на бензин.

Из минусов гибридов можно выделить высокую стоимость, дорогое техническое обслуживание, высокие требования к качеству сервиса.

Однако, учитывая тенденцию снижения стоимости накопителей энергии, можно отметить мировой рост числа гибридных решений, динамика которого представлена на Рис. 3.

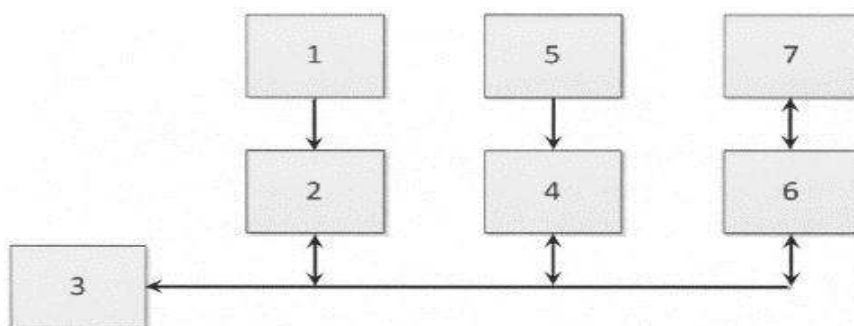


Рис. 1. Способ управления гибридной силовой установкой локомотива и система управления для его реализации

(Блоки устройств: 1- прием сигналов о маршруте; 2- обработка и хранение данных; 3- управление локомотивом; 4- обработка команд машиниста; 5- пульт управления машиниста; 6- измерение параметров управления; 7- гибридная силовая установка)



Рис. 2. Типы схем гибридных установок

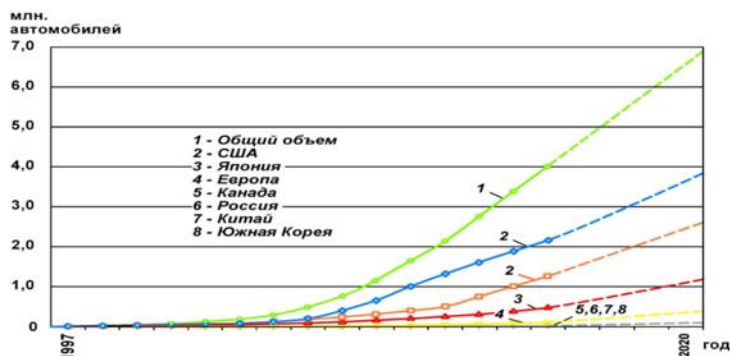


Рис. 3. Тенденция развития гибридных автомобилей с 1997 года по 2020 и настоящее время.

Кроме того, использование аккумуляторных накопителей энергии, позволит увеличить ресурс углеводородных и традиционных источников энергии на борту и вне его, за счет менее интенсивного использования [3, 4].

Таким образом, использование накопителей энергии в электротяговом приводе является приоритетным направлением с целью повышения энергоэффективности тягового транспортного средства. Бортовой накопитель энергии обеспечивает эффективное хранение и последующее использование энергии, что является мощным инструментом энергосбережения [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гибридный поезд. URL: https://www.hmong.press/wiki/Hybrid_Locomotive (Дата обращения: 29.03.2022)
- 2 Конструкции и электрооборудование высокоскоростного наземного транспорта / А. М. Евстафьев, А. С. Мазнев, Д. В. Пегов [и др.]. М. : ИНФРА-М, 2021. 267 с.
- 3 Булатов А. А. Совершенствование системы технического содержания узлов электровозов с учетом изменений климатических условий : дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2004. 162 с.
- 4 Системы управления тяговым приводом современных локомотивов / А. Т. Бурков, О. С. Валинский, А. М. Евстафьев [и др.] // Электротехника. 2019. № 10. С. 33-36.
- 5 Евстафьев А. М. Применение гибридных технологий в тяговом подвижном составе // Бюллетень результатов научных исследований. 2018. № 3. С. 27-38.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ПРИГОРОДНОМ СООБЩЕНИИ

Е. С. Духнова¹, Ф. М. Лаухин²

Введение. В настоящее время уже хорошо изучены возможности использования на подвижном составе для региональных сообщений топливных элементов, тяговых аккумуляторных батарей и комбинации дизелей и аккумуляторов [1].

Конечно, электрифицированные линии обладают несомненным преимуществом, но существует ряд проблем:

1. Недостаточный пассажиропоток для строительства новых линий электроснабжения для питания МВПС.
2. Запрос на пригородные перевозки в регионе с невозможностью строительства линий электроснабжения для питания МВПС.
3. Особенности эксплуатации МВПС, требующие отсутствия контактной сети в каком-либо месте участка пути.
4. Невысокая эффективность рекуперативного торможения из-за отсутствия потребителя.

Так на линиях с недостаточно высокой интенсивностью движения традиционная электрификация экономически нецелесообразна. Согласно данным исследования, проведенного специалистами Технического университета Дрездена, электрификация, как правило, эффективна на линиях, где межпоездной интервал не превышает 30 мин, в отдельных случаях – 60 мин, например, если участок уже частично электрифицирован или если реализовать проект электрификации можно достаточно просто [1].

Обозначенные выше проблемы можно решить следующими способами:

- разработка комбинированного подвижного состава с возможностью питания от контактной сети и от бортовых источников энергии (АКБ, топливные ячейки, ДВС);
- модернизация существующего МВПС с целью использования альтернативных видов энергии (топлива) для автономного движения;
- Разработка технических решений способствующих использованию альтернативных видов энергии (топлива) существующим МВПС без существенной модернизации.

Швейцарская компания Stadler в ноябре 2017 г. представила моторвагонные поезда WINK (Wandelbarer Innovativer Nahverkehrs-Kurz-zug – трансформируемые инновационные

¹ Духнова Екатерина Сергеевна – студент группы ПС-94, факультет ПСиПМ

² Лаухин Филипп Михайлович – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

короткосоставные поезда для местных сообщений) (рис. 1), созданные на основе конструктивной платформы FLIRT.



Рис. 1. Короткосоставный модульный электропоезд WINK

Модульная конструкция поездов позволяет реализовать различные варианты тяги: с дизелем, использующим традиционное топливо; с дизелем, работающим на биотопливе; с применением дизеля и питания от контактной сети; с дизелем и аккумуляторной батареей; с питанием от контактной сети и аккумуляторов или топливных элементов [1].

В июле 2018 г. первые два поезда Corada iLint постройки компании Alstom на топливных элементах были допущены к эксплуатации в Германии. Он способен преодолевать до 1000 км без остановок для дозаправки водородом. Подвижной состав на топливных элементах работает, практически не выделяя углекислый газ. Если водород, который служит топливом, получают с использованием возобновляемых источников энергии или в качестве побочного продукта, выбросы вредных веществ отсутствуют не только при эксплуатации поезда, но и при производстве энергоносителя [1].

Основной недостаток топливных элементов – высокая стоимость, особенно если водород производится исключительно для целей тяги на железнодорожном транспорте. В связи с этим переход на водородное топливо можно считать целесообразным при его одновременном распространении в энергетике. Например, избыток электроэнергии, вырабатываемой ветроустановками, можно использовать для получения водорода. Внедрение топливных элементов на железных дорогах требует создания специальных станций заправки водородом, на которых также могут заправляться, например, муниципальные автомобили-мусоровозы или пассажирские автобусы, работающие на топливных элементах [1, 6].

Предположим, что поезд, масса которого с пассажирами равна 67 т, обращается на участке протяженностью 135 км с 10 остановками в течение шести дней в неделю с интервалом 2ч и в течение одного дня – с интервалом 4 ч. При таких условиях затраты энергии на одну поездку составят 1557 МДж. Потребляемая энергия необходима для разгона поезда после остановки на каждой станции и преодоления сопротивления движению. Если поезд получает питание от контактной сети, топливных элементов или аккумуляторов, часть потребленной энергии может быть рекуперирована во время торможения, вследствие чего суммарный расход за рейс во всех случаях снижается до 1160 МДж [1].

Современная политика ОАО «РЖД» в области энергосбережения должна включать в себя все многообразие подходов и технологий экономии топливно-энергетических ресурсов, и в первую очередь за счет внедрения инновационных решений в этой области [2]. В рамках студенческой науки подход к решению новых практических задач позволяет получить свежие и нетривиальные решения [3]. Согласно запросу на инновации от ОАО «РЖД» по использованию альтернативного топлива на МВПС, предлагается использовать сжиженный природный газ (СПГ) в качестве альтернативного источника питания для генераторной установки. Для обеспечения пиковых нагрузок во время пуска питание тяговых электродвигателей обеспечивается питание от аккумуляторной батареи (АКБ). Всё оборудование монтируется в отдельной секции (рис. 2). Такой же принцип используют все современные производители, например, Siemens планирует устанавливать уже 2021 году на поездах своего нового семейства Mireo модули на топливных элементах мощностью 200 кВт.

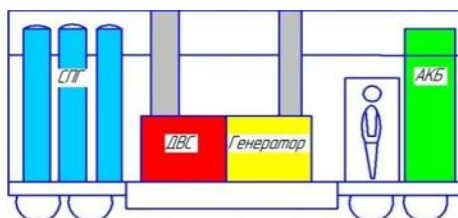


Рис. 2. Отдельная секция автономного питания электропоезда

В предлагаемой секции автономного питания соблюдается так называемый модульный принцип, т.е. новое оборудование можно использовать на имеющемся подвижном составе, путем установки секции автономного питания в середине поезда. Такой способ позволяет эффективно интегрироваться в систему питания и управления готового электропоезда. Ещё одним преимуществом автономного питания электропоезда является его энергетическая независимость от контактного провода в сложных метеорологических условиях, когда контактный провод и токоприёмник покрываются значительным слоем льда [4]. Такое явление наблюдается не часто, но сопряжено с рисками для пассажиров. Кроме риска остановки электропоезда, также возникают риски получить значительные повреждения накладок токоприёмника и контактного провода, вплоть до его обрыва, так как из-за ледяной корки ухудшается контакт и возникает электрическая дуга между накладками и контактным проводом [5]. Использование секции автономного питания позволит эксплуатировать электропоезд в сложных метеоусловиях или в местах, где отсутствует контактная сеть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пути улучшения экологических показателей железных дорог // Железные дороги мира. 2020. № 1. С 56-60.
- 2 Плохов Е. М., Булатов А. А., Лаухин Ф. М. Методика расчета и выработка мероприятий по повышению энергетической эффективности болтовых контактных соединений на электроподвижном составе // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 5(53). С. 53-56.
- 3 Булатов А. А., Лаухин Ф. М., Барковский А. М. Техническое творчество в образовательной и профориентационной работе университета // Наука и образование транспорту. 2015. № 1. С. 251-253.
- 4 Железнодорожная климатология : монография / Б. Д. Фишбейн, А. А. Бондаренко, В. Л. Григорьев [и др.]. Самара : СамГУПС, 2007. 508 с.
- 5 Дрынкин Г. А. Изучение влияния метеоусловий на статистику неисправностей трамвайного токоприёмника // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: СамГУПС, 2020. С. 111-113.
- 6 Амиров Н. Э., Шепелин П. В. Накопители избыточной энергии как способ повышения эффективности электрического торможения // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 4-7.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕСУРСА УЗЛОВ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. Ф. Липунов¹, Н. Н. Капранов²

Введение. Всё более очевидным становится эффективность применения исследований и расчётов оптимальных параметров управления процессами перевозок на железнодорожном транспорте, так как их основой и достоинством в настоящее время является цифровые технологии и новые материалы повышенной прочности. Как отмечают некоторые авторы исследований, посвященных совершенствованию системы технического содержания тягового подвижного состава (ТПС), одним из возможных путей развития системы является управление ресурсами основных узлов различными способами [1, 2, 3].

В настоящих исследованиях затронуты темы продления срока службы, применения искусственного интеллекта в оценке остаточного ресурса и улучшенного определения ресурса с использованием нейронной сети. Изложены постановочные вопросы, приведены пути их решения, сделано ряд выводов и рекомендаций по полученным результатам.

Вопросы, которые были рассмотрены в рамках решения задач определения и рационального использования остаточного ресурса оборудования ТПС: что является остаточным ресурсом; проблемы остаточного ресурса; способы решения этих проблем; улучшение оценки и использования ресурса на всём горизонте его прогнозирования с помощью искусственного интеллекта; выводы и рекомендации.

Остаточный ресурс является показателем долговечности – одного из свойств надежности техники и имеет общее понятие, изложенное в ГОСТ 27.002 – 2015 НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. Это понятие показателя для локомотива может быть конкретизировано по наработке в виде линейного пробега по железным дорогам, где он сертифицирован с определенными выполняемыми функциями, так как именно пробег (измеряется в КМ пути) является основным фактором влияния на изменение технического состояния оборудования ТПС.

Некоторые проблемы определения ресурсных показателей у подвижного состава после выработки назначенного ресурса, появились в связи с повышением требований к качеству исследований и расчетов прочности и характеристик материалов несущих конструкций и усталостной стойкости узлов и деталей после их длительного использования, а также установлению степени влияния предельных нагрузок на физическое состояние деталей и, при этом, выбору современного метода расчета их остаточного ресурса[7]. В таких условиях, когда планы ОАО «РЖД» по обновлению локомотивов ограничиваются длительным временем замены всего парка на полигоне, важным процессом становится выполнение дополнительных восстановительных ремонтов и модернизации как варианта продления содержания ТПС в эксплуатируемом парке.

Такой способ является решением вопроса (увеличение продолжительности эксплуатации до списания из инвентаря) путем проведения целевого капитального ремонта с модернизацией. Исходя из наличия остаточного ресурса электровозов, целесообразно проверить их техническое состояние, чтобы обосновать возможность продления срока службы за счет восстановления изношенного оборудования и укрепления ослабленных несущих конструкций. Модернизация или замена силовых агрегатов является возможным решением этой проблемы, которая позволяет удовлетворить широкий спектр эксплуатационных требований. Большинство электровозов пригодны для модернизации. Важнейшим условием является хорошее техническое состояние несущих конструкций. Это означает, что несущие элементы кузовных рам и тележек должны быть в работоспособном состоянии и могут выдерживать достаточно высокие дополнительные нагрузки, чтобы служить основой для модернизации. Еще одним необходимым требованием является технологическая возможность и технико-экономическая целесообразность такого восстановления, что станет временным мероприятием до поступления новых локомотивов.

¹ Липунов Артур Флоридович – студент группы ПС-83, факультет ПС и ПМ

² Капранов Николай Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «ЭТ»

Вопросы по качественному определению текущих показателей надежности состоят в необходимости получения, обработки и использования в реальном времени объективной информации о техническом состоянии и функциональной безопасности узлов ТПС, а также в необходимости установления связи между параметрами технического состояния и факторами физической нагрузки узлов, то - есть факторами непосредственного влияния. Эффективное решение таких проблем достигается на основе использования цифровых технологий для обработки больших данных о реализованных и прогнозируемых процессах в работе узлов ТПС с ограниченными ресурсами.

В качестве улучшений можно предложить следующие решения:

1. Методы выполнения прогнозирования остаточного ресурса должны использовать не только единичные, но и комплексные параметры, а также учитывать совместное влияние на работу оборудования всех значимых факторов, что позволит более точно определять качество материала и показатели долговечности [4, 5, 6].

2. Применение искусственной нейронной сети для исследования технического состояния является более привлекательным, чем использование различных типовых эмпирических зависимостей и, в перспективе, может качественно решать полный цикл текущих вопросов – анализ данных с их классификацией, распознавание образов и диагностических признаков, ресурсное прогнозирование, целевая оптимизация, принятие безошибочных решений.

3. Применение искусственного интеллекта на основе композиции детерминированной и стохастической информации позволяет использовать нечеткую информацию в составе пакетов больших данных, которая не может быть обнаружена при использовании аналитических зависимостей, что повышает объективность оценки.

В заключение можно сделать вывод, что нейронная сеть способна за короткое время дать ответ об уровне накопленных недостатков по результатам обработки различных данных, включая диагностические признаки. Ответ, выдаваемый сетью, будет содержать оценку состояния о текущих отказах и повреждениях в относительном виде. Изложенные исследования ресурсов будут полезны для построения и реализации оптимальных моделей управления техническим содержанием подвижного состава.

Эффективность мероприятий по результатам принятия решений может быть оценена коэффициентом сохранения эффективности. При расчете коэффициента, за показатель эффективности следует принимать самый значимый аргумент для заказчика целевой функции – перевозочного процесса. Так, например, на основе объективных оценок остаточного ресурса и технического состояния в целом в системе поддержки принятия решений могут быть установлены ограничительные (нормативные) уровни использования ТПС с переводом в пониженное функциональное состояние по классификации состояний надежности техники от “исправного” к “предельному”, при этом будут корректироваться нагрузочные режимы, объемы и периодичность контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Капранов Н. Н., Комаров А. А. Оптимизационный подход к техническому содержанию локомотивов. Проблемы транспортного строительства и транспорта: материалы Международной научно-технической конференции. Выпуск 4. Саратов: СГТУ, 1997. С. 88-92.
- 2 Булатов А. А. Совершенствование системы технического содержания узлов электровозов с учетом изменений климатических условий: дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2004. 162 с.
- 3 Влияние неисправного состояния сборных токопроводящих стыков на работу рельсовых цепей / И. К. Андрончев, А. Г. Исайчева, Е. М. Тарасов [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 6(72). С. 40-45.
- 4 Булатов А. А., Н. Н. Капранов, Е. М. Плохов Комплексный подход к оценке технического содержания электровозов и их лимитирующих узлов // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 1(43). С. 40-43.
- 5 Капранов Н. Н., Булатов А. А. Управление техническим состоянием электровозов в системе технического содержания // Актуальные проблемы развития транспортных систем Российской Федерации: сборник научных трудов с международным участием. Самара : СамГУПС, 2004. С. 12-14.
- 6 Шищенко Е. В., Водолозов В. Н., Алексеев А. В. Разработка математической модели оценки надежности тягового двигателя постоянного тока на основе свойств // Вестник СамГУПС. 2017. № 1 (35). С. 40-47.
- 7 Шепелин П. В. Совершенствование системы ремонта коммутационных электрических аппаратов электровозов ВЛ10У на полигоне их обращения :: дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2004. 201 с.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ПРОПИТКА ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ГЭТ В УСЛОВИЯХ ДЕПО

С. О. Никифоров¹, А. Г. Старикова²

Введение. Наиболее ответственным узлом электрооборудования подвижного состава троллейбуса является тяговый электродвигатель (ТЭД). Бесперебойная работа электрических машин во многом зависит от состояния их изоляции.

В процессе эксплуатации электрической машины происходит старение изоляции, ухудшение ее свойств, снижение электрической прочности. Значительные перепады температур влажности окружающего воздуха часто сопровождаются образованием конденсатов влаги на поверхности изоляции. Все вышеперечисленные факторы приводят к ухудшению свойств изоляции, что является необратимым процессом [1].

Увеличение срока службы изоляции электрических машин электроподвижного состава – сложная комплексная задача, требующая разработки новых электроизоляционных материалов на основе композитных материалов, совершенствование технологии пропитки обмоток и внедрение их в технологические процессы ремонта на предприятиях.

Основная часть. Для получения максимально качественных показателей параметров изоляции разработано большое количество методов ее пропитки, обеспечивающих эффективный ремонт и дающих, в дальнейшем, безопасность движения. Однако полное восстановление диэлектрических свойств изоляции достигается пропиткой ее в лаке, который проникает в образовавшиеся трещины и пустоты изоляции, восстанавливая монолитность, что способствует повышению электрической и механической прочности, влагостойкости и теплопроводности. Назначение пропитки – обеспечивать более длительное сохранение диэлектрических свойств изоляции, восстановленных сушкой.

На сегодняшний день существует множество способов пропитки изоляции. Они продолжают совершенствоваться и разрабатываются новые, что подтверждает актуальность вопроса, рассматриваемого в работе.

В настоящее время наиболее распространенным способом пропитки изоляции, используемым в депо, является способ пропитки погружением в лак. Выявлено, что улучшение характеристик при пропитке связано с вытеснением воздуха и влаги из пор и пустот изоляции и заполнением их твердой основой лака, которые склеивают частицы и отдельные слои изоляции в единый монолит и защищают ее от непосредственного соприкосновения с влагой и кислородом воздуха.

Качество пропитки определяется степенью заполнения пор и пустот пропиточным составом. Сушка и пропитка изоляции повышают ее основные характеристики, увеличивая тем самым надежность и долговечность эксплуатации обмоток.

Этот способ пропитки недостаточно эффективен и имеет следующие недостатки:

- недостаточно качественная пропитка изоляции – внутренняя часть изоляции остается рыхлой и не монолитной;
- большая длительность технологического процесса;
- необходимость сразу после пропитки удаления лака с поверхности вала, коллектора, путем их протирки ветошью, смоченной в растворителе;
- большой расход лака за счет покрытия им металлических деталей;
- после пропитки с изделий на поддоны стекает лак, выделяемые в это время пары растворителей, а также испарения с поверхности лака пропиточных ванн приводят к загазованности пропиточно-сушильных отделений.

Для совершенствования технологического процесса капитального ремонта тяговых электродвигателей, предлагается использовать ультразвуковой метод пропитки изоляции.

¹ Никифоров Семен Олегович – студент группы ЭЭ6-81, факультет ПСиПМ

² Старикова Анна Геннадьевна – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

Ультразвуковые волны большой частоты воздействуют на пропиточный лак и способствуют его проникновению в узкие каналы, полости и микротрещины, многократно усиливая капиллярный эффект. Иными словами, в отличие от других методов пропитки, при ультразвуковой пропитке связующее вещество располагается более равномерно по всему объему и прочность его повышается в 3–4 раза. При этом адгезионная прочность лака увеличивается на 50–60 % за счет усиления прочности сцепления, обусловленного дегазацией лака.

В настоящее время имеется значительный практический опыт использования ультразвуковой пропитки обмоток электрических машин железнодорожного транспорта.

Для восстановления изоляции электрических машин троллейбусов в условиях депо, предлагается использовать установку ультразвуковой пропитки Кристалл – 250ПЛ.

Ультразвуковая установка состоит из рабочей емкости, комплекта ультразвукового оборудования, пульта дистанционного управления и генераторной стойки. Блок управления установкой может располагаться или рядом с устройством пропитки или на расстоянии. Конструкция устройства пропитки обеспечивает на рабочем месте уровни звукового давления, не превышающие предельно допустимые нормы по ГОСТ (уровень звука не более 80 дБА), и СанПиНа. Эти требования выдерживаются за счет применения дистанционного управления, звукоизолирующих кожухов, оптимального размещения излучателей.

Заключение. Таким образом, можно указать ряд преимуществ ультразвуковой пропитки изоляции ТЭД в сравнении с другими методами пропитки (например, вакуум - нагнетательным). Проверка якорей после ультразвуковой пропитки и сушки показала, что лак проникает в закрытые бандажами полости обмотки и равномерно покрывает катушки в лобовых частях и пазах якоря.

Внедрение установки в троллейбусном депо позволит сократить время пропитки и сушки и снизить трудоемкость за счет сокращения вспомогательных операций на 30 - 40 %, что, в свою очередь, увеличит пропускную способность пропиточно-сушильного отделения. За счет сокращения времени работы сушильных печей расход электроэнергии уменьшится на 61 %, так как происходит исключение из технологического процесса вакуумного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Тычков А. С., Старикова А. Г., Шепелин П. В. Контроль технического состояния электрических машин городского электрического транспорта // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли: материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины» 19–22 февраля 2019 г. Самара: СамГУПС. 2018. С. 111-114.
- 2 Веклич В. Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. Москва: Транспорт, 1990, 294 с.
- 3 Р 11325455-2505-01. Руководство по системе технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561464409/titles/AFKPBO>
- 4 Петропавлов Ю. П. Технология ремонта электроподвижного состава: учебник для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. М.: Маршрут, 2006. 432 с.
- 5 Корягина Е. Е., Коськин О. А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. М., Транспорт, 1982.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН В УСЛОВИЯХ СЕРВИСНОГО ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО

П. Ф. Каширин¹, А. С. Тычков²

Введение. Одним из наиболее емких и технологичных процессов в условиях сервисного локомотивного депо является восстановление работоспособности электрических машин, которое выполняется на базе электромашинного цеха. В электромашинном цехе выполняется восстановление электрических машин в объемах предусмотренных нормативно-технической документацией. Цех обязательно включает в свой состав испытательную станцию, на кото-

¹ Каширин Павел Федорович – студент группы ПС-74, факультет ПСиПМ

² Тычков Александр Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры «Электрический транспорт»

рой производятся стендовые послеремонтные испытания тяговых электродвигателей и вспомогательных электрических машин.

Основная часть. Одним из обязательных этапов технологии ремонта и восстановления электрических машин является оценка их параметров в процессе диагностирования и испытаний [1, 2]. Для оценки качества ремонта тяговые электрические двигатели (ТЭД) и вспомогательные машины подвергаются контрольным (приемо-сдаточным) испытаниям. Эти испытания проводятся с целью проверки соответствия параметров и характеристик испытуемого объекта (ТЭД) установленным техническим требованиям и способности сохранять эти характеристики в течение установленного времени. При проведении испытаний электрических машин обычно используют одинаковые электрические машины, которые поочередно определенный период времени работают в режиме двигателя и генератора. Причем двигатель приводит во вращение генератор, энергия которого используется для питания двигателя, тем самым, снижая потребление электрической энергии в процессе испытаний.

Недостатками известных способов оценки состояния электрических машин выступает слабая реализация поддержания нагружения в процессе проводимых циклов контроля и низкий уровень управляемости процессом, следовательно сложность в регулировании, изменении или поддержании на постоянном уровне механических характеристик машины [3, 4]. Поэтому необходимо сократить влияние указанных недостатков на процесс с целью повышения уровня эффективности. Для этого необходимо использовать косвенное измерение механических характеристик и автоматизировать процесс с использованием обратной связи и узла, который бы регулировал ток возбуждения генератора. Поэтому предлагается комплекс испытания и контроля электрических машин, структура которого представлена на рис.

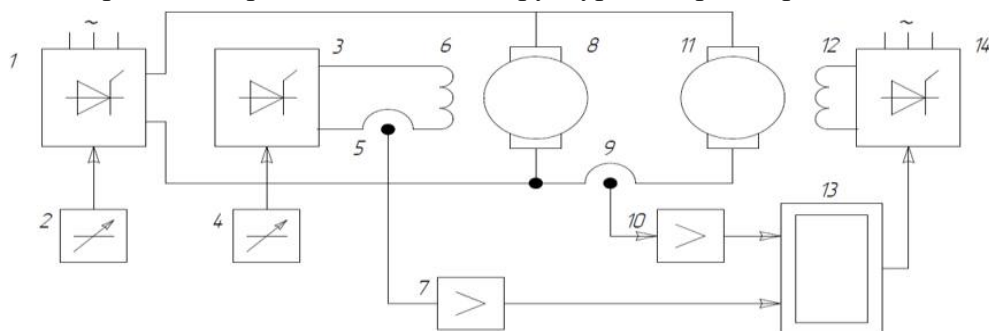


Рис. Структурная схема комплекса испытания и контроля электрических машин:

1, 3 и 14 - управляемые электронные преобразователи; 2, 4 - задающие устройства; 5, 9 - датчики тока; 6 - обмотка возбуждения двигателя; 8 - якорная обмотка двигателя; 7, 10 - усилители; 11 - якорная обмотка генератора; 12 - обмотка возбуждения генератора; 13 - блок контроллера

Комплекс функционирует следующим образом. Якорная обмотка двигателя 8 подключена к выходу управляемого преобразователя 1. Обмотка возбуждения двигателя подключена к выходу регулируемого преобразователя 3. Ток обмотки возбуждения 6 оценивается посредством бесконтактного датчика тока 5. Изменение уровня выпрямленного напряжения первого электронного преобразователя 1 выполняется посредством задающего устройства 2. Изменение потока возбуждения в обмотке 6 выполняется посредством задающего устройства 4. Датчик тока 9 предназначен для оценки и контроля якорного тока в соответствующих обмотках двигателя 8 и генератора 11. Измеренные значения уровня оцениваемых величин с датчика тока 5 увеличиваются при помощи усилителя 7 и подаются на вход (на схеме нижний) блока контроллера 13, аналогичным образом передаются измерения с датчика тока 9 через усилитель 10 в блок контроллера 13 (на верхний вход по схеме).

Блок контроллера 13 должен обеспечивать следующий функционал:

- определение потока возбуждения в обмотке 6 двигателя как функционала от тока возбуждения (измеренные значения уровня оцениваемой величины с датчика тока 5) с учетом изменения магнитных свойств материала сердечника катушки возбуждения двигателя;
- определение электромеханических характеристик двигателя;

- определение отклонения между вычисленными и реальными величинами электро-механических характеристик двигателя;
- преобразование вычисленной величины отклонения в параметр для регулирования выходного напряжения электронного преобразователя 14.

Выходной параметр с блока контроллера 13 поступает на вход электронного преобразователя 14, за счет которого в установленных пределах сохраняется значение тока генератора обмотки возбуждения 13 так, чтобы свести к нулю и поддерживать минимальное значение отклонения между вычисленными и реальными величинами электро-механических характеристик. Поэтому появляется возможность поддерживать постоянное значение или регулировать в установленных пределах величину момента на валах электрических машин, испытываемых в режиме двигателя и генератора [5].

Указанную систему необходимо дополнить устройством индикации искрения на основе контроля тока щетки, которое позволит численно оценивать процесс коммутации. Устройство базируется на том, что если отдельные элементы конструкции щетки электрически не связаны друг с другом, то, проходящие по ним значения токов в моменты времени, когда происходит коммутация, отличаются на определенную величину. Возникающий из-за этой разницы ток будет направлен в зависимости от величины суммарной ЭДС, действующей в коммутируемой секции. Поэтому значение плотности тока под входящими и выходящими из работы частями щетки будут значительно отличаться, что вызовет появление искрения. Появится возможность численного учета параметров процесса коммутации, который будет характеризоваться величиной указанного разностного тока. Реализовать указанный принцип возможно за счет использования преобразовательного трансформатора, регистрирующего устройства и модуля оценки величины искрения на основе полученных контролируемых величин тока, сопоставленных с реальной картиной искрения посредством видеофиксации [6, 7].

Заключение. Таким образом, комплекс, реализованный по предлагаемой структуре, позволит проводить качественную оценку параметров электрических машин, за счет контроля процессов формирования и поддержания в необходимом диапазоне механических характеристик, а также учета численных параметров коммутационного процесса. Данное техническое решение может найти применение в рамках действующей планово-предупредительной системы обслуживания и ремонта на предприятиях локомотивного хозяйства, а также может послужить основой для дальнейшей реализации программно-аппаратного комплекса контроля, который может использоваться для поэтапного контроля состояния объекта на различных стадиях ремонтного цикла в рамках стратегии обслуживания по техническому состоянию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Андрончев И. К., Тычков А. С. Практическая реализация системы диагностирования тяговых двигателей электровозов // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2006. № 6. С. 20-25.
- 2 Тычков А. С. Диагностирование тяговых электродвигателей грузовых электровозов по параметрам магнитного поля : дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2009. 144 с.
- 3 Андрончев И. К., Булатов А. А., Тычков А. С. Методика диагностирования тяговых электродвигателей электровозов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. Спецвыпуск. С. 170-172.
- 4 Тычков А. С. Оценка технического состояния тяговых двигателей электровозов на основе исследования характеристик магнитного поля в объеме электрической машины // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. 2007. № 8. С. 61-65
- 5 Тычков А. С., Булатов А. А. Оценка эффективности внедрения системы диагностики тяговых электродвигателей электровозов // Актуальные проблемы развития транспортных систем Российской Федерации : сборник научных трудов. Самара : СамГАПС, 2005. С. 84-88
- 6 Калякулин А. Н., Тычков А. С., Силаев В. А. Выравнивание рабочего напряжения в изоляции обмоток тяговых электродвигателей тепловозов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 2. С. 375-387.
- 7 Калякулин А. Н., Тычков А. С., Анахова М. В. Анализ схем включения реле защиты от заземления в силовых цепях тепловозов // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 1 (67). С. 11-16.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ БЛАГОПРИЯТНОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ СРЕДЫ В КАБИНЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

И. О. Михайлов¹, М. С. Лазизов², А. М. Барковский³

Введение. Для успешного выполнения трудовых функций водителем городского электротранспорта необходимо создать подходящие условия. В нашей работе рассматриваются принципы создания благоприятной визуальной среды в кабине управления применительно как к вновь проектируемому подвижному составу, так и к подлежащему модернизации. Под благоприятной визуальной средой мы будем понимать окружение человека, оказывающее положительное влияние на его физиологическое и психологическое состояние. Одной из составляющих благоприятной визуальной среды является цветовое решение. Проектирование цветового решения рабочего пространства водителя транспортного средства должно учитывать множество его назначений, размещение в нем множества функций и технологий.

Рост скоростей движения пассажирского транспорта при безусловном обеспечении безопасности и ряд других факторов предъявляют к водителю городского электротранспорта повышенные требования в отношении быстроты реакции, точности в движении, четкости выполнения рабочих операций, которые, в свою очередь, и без того усугубляют воздействие на водителя вредных производственных факторов, таких как: тяжесть рабочего процесса; напряжённость трудового процесса; шум; вибрация; электромагнитные поля; световая среда; микроклимат; вредные химические вещества [3]. Основные требования, предъявляемые к кабине водителя трамвая, приведены в ГОСТ 8802-78 [1]. Однако в нем отсутствуют требования к цветовому оформлению кабины управления. Соответственно объектом исследования является кабина управления трамвая, а предметом – цветовое решение кабины. Полученные в работе результаты могут быть применены на все виды городского электротранспорта.

Основная часть. Выполнение водителем трамвая повышенных требований, связанных с увеличением скорости и обеспечения безопасности движения, в первую очередь, зависит от снижения физиологического, нервного и зрительного утомления. Поэтому в настоящее время появилась необходимость выявить все резервы с целью компенсации указанных видов утомления. Одним из таких резервов является рациональное цветовое решение рабочего пространства водителя в совокупности с освещением. Исследования на эту тему приведены в работе Сосновой Т.Л., Фрид Ю. В., Соколовой Е. Г. [4], которые положены в основу нашей работы.

Результаты экспериментальных исследований позволяют обосновать выбор необходимой гаммы цветов для цветового оформления кабины управления транспортного средства. В процессе выбора необходимых цветов для оформления следует иметь в виду, что правильная их оценка зависит от многих факторов:

- спектрального состава применяемых источников света, системы освещения, а в случае естественного освещения от времени дня и времени года, состояния облачности и т. д.;
- наличия или отсутствия бликов, связанных с углом падения света на поверхность полей, а также от угла наблюдения, под которым рассматриваются цветные поля;
- состояния цветового зрения наблюдателя и т. д.

Цветовое решение интерьера кабины управления должно быть выполнено с учетом следующего подхода: большие поля (потолок, стены, панели пульта) окрашиваются в малонасыщенные основные цвета преимущественно из средневолновой зоны спектра. К ним относятся цвета в диапазоне от оранжевого до голубого цвета. При этом количество цвета должно соответствовать малой или средней группе цветового контраста с гармоничным нюансным сочетанием цветов. Использование указанных цветов позволит обеспечить благоприятные условия для работы органа зрения.

Известно, что с увеличением коэффициента отражения основных поверхностей помещения повышаются освещенность и коэффициент естественной освещенности. Однако, ко-

¹ Михайлов Илья Олегович – студент группы ЭЭБ-91, факультет ПСиПМ

² Лазизов Мухаммадсаид Сафаржонович – студент группы ЭЭБ-91, факультет ПСиПМ

³ Барковский Алексей Михайлович – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

личественные зависимости для помещений, подобных кабине управления транспортного средства, в литературе отсутствовали. Для определения такой зависимости во ВНИИЖГе был проведен эксперимент на макете кабины машиниста тепловоза ТЭП60 [5], на котором изменялось цветовое оформление кабины путем использования материалов с разными коэффициентами отражения. Из эксперимента следовало, что для повышения освещенности в кабине управления необходимо применять материалы, обладающие достаточно высоким коэффициентом отражения, но не более 50 % во избежание слепящего действия.

Цветовое решение панелей пультов управления должно быть выполнено в спокойных тонах с количеством цвета, соответствующим малой группе цветового контраста, и гармонически нюансные сочетания светлых цветов. Не рекомендуется окрашивать панели пульта в яркие цвета и использовать при этом резко контрастирующие тона. Панели пультов управления не должны быть блистающими, не должны иметь зеркального отражения и ослеплять. Необходимо, чтобы графическая информация на цветовом фоне панелей пульта легко различалась водителем. Места панели, где размещены главные индикаторы, рекомендуется окрашивать в более светлые тона.

Разделение поверхности пульта на несколько цветовых полей обязано отвечать его функциональной структуре, размещению индикаторов и органов управления. Не следует применять одноцветные тона для цветового оформления больших полей адаптации, так как это создает однообразную обстановку в кабине, что располагает к монотонности.

Шкалы приборов на пульте не должны в цветовом отношении резко контрастировать с цветом панели. Наилучшее различение показаний приборов достигается при резком цветовом контрасте между делениями шкалы, штрихами, стрелкой и фоном шкалы.

Сегодня во многих городах нашей страны происходит обновление трамвайно-троллейбусного парка. При внутреннем цветовом решении кабин управления современного подвижного состава принципы создания благоприятной визуальной среды не выдерживаются. Для примера выполнен анализ современной кабины управления трамвайного вагона модели 71-631 (рисунок 1).



Рис.1. Кабина трамвайного вагона модели 71-631

Из правильных решений можно отметить, что большие площади стен и потолка кабины управления окрашены в малонасыщенный бежевый цвет, имеющий оптимальный коэффициент отражения, обеспечивающий не только благоприятные условия для работы органа зрения, но и создающий достаточный КЕО в кабине водителя.

У пульта управления присутствует деление по цветовым полям, в зависимости от своего назначения, места панели с важными индикаторами окрашены в более светлые тона. Для наилучшего считывания показаний с приборов, между делениями шкалы, штрихами, стрелкой и фоном шкалы подобран резкий цветовой контраст.

Сомнительное решение использовать для пульта управления черный цвет. С одной стороны, этот цвет работает на контраст и делает выделение приборов очень хорошим. Однако использование черного цвета приводит к снижению зрительных функций и к значительному утомлению глаз водителя, особенно в дневное время суток, что в условиях городской среды крайне нежелательно.

Размеры и количество окон обеспечивают машинисту широкий угол обзора и высокую степень освещенности на рабочем месте.

Заключение. Установлено, что визуальная среда играет важную роль в обеспечении высокой эффективности работы водителя городского электротранспорта. Обеспечение благоприятной визуальной среды при функциональной деятельности водителя городского электротранспорта должно быть обязательными при проектировании, изготовлении и модернизации подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 8802-78. Вагоны трамвайные пассажирские. Технические условия : межгосударственный стандарт. Москва : ИПК Издательство стандартов, 1999. 11 с.
- 2 Кабина трамвайного вагона модели 71-631. URL: <https://www.thinglink.com/scene/755828523884609537?buttonSource=viewLimits> (дата обращения: 01.04.2022)
- 3 Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах водителей городского наземного пассажирского транспорта общего пользования: приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 30 июня 2017 года N 543н. URL: <https://base.garant.ru/71830876/>
- 4 Цветовое оформление на железнодорожном транспорте / Т. Л. Соснова, Ю. В. Фрид, Е. Г. Соколова. М.: Транспорт, 1984. 200 с.
- 5 Физиолого-гигиенические обоснования условий комфорта естественной освещенности в кабине машиниста локомотива / Е. Г. Соколова, Е. И. Лосева, Т. Л. Соснова, Ю. В. Фрид // Гигиена, физиология и эпидемиология на ж.-д. трансп. 1974. № 45. С. 48–52.

ВЫБОР СИСТЕМ ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г

А. Н. Отваркина¹ М. В. Анахова²

Введение. Известно, что повышенный износ узлов подвижного состава является одной из главных проблем железнодорожного транспорта. Таким узлом трения и на электропоезде ЭС2Г является пара «колесо – рельс». Результатом этого процесса является износ поверхности катания колесной пары. Были поставлены следующие цели и задачи:

Цель: Показать целесообразность внедрения системы гребнесмазывания на электропоезде ЭС2Г.

Задачи:

1. Проанализировать необходимость применения системы гребнесмазывания на электропоезде ЭС2Г;
2. Рассмотреть основные системы гребнесмазывания;
3. Выбрать наиболее перспективное устройство для применения на электропоезде ЭС2Г.

Проблема актуальна для моторвагонного подвижного состава, занятого в пригородных и межрегиональных перевозках. Причем затраты для замены изношенных частей электропоездов выше чем для электровозов. Это объясняется тем, что на электровозе изношенный бандаж можно заменить без замены колесного центра [6]. На электропоездах колеса цельнокатанные, следовательно, при предельном износе профиля подлежит замене весь колесный центр. Существует проблема высокой интенсивности износа колесных пар электропоездов ЭС2Г № 20 и 24, эксплуатирующихся на участке Челябинск – Магнитогорск.

Одним из направлений исследований в области снижения износа узлов трения являются бортовые гребнесмазыватели [7]. В настоящее время актуальность этой темы локализуется на сравнительной оценке свойств известных устройств смазывания и разработке оптимальных режимов нанесения лубрикантов в эксплуатационных условиях. Важно также определение иных смазочных составов, позволяющего активизировать сцепление в паре «колесо – рельс» и создании сухих антифрикционных смазок-покрытий [1, 5, 6].

В ходе работы были рассмотрены следующие автоматические бортовые системы смазки гребней колесной пары:

¹ Отваркина Арина Николаевна – студентка группы ПС-75, факультет ПС и ПМ

² Анахова Марина Вениаминовна – к. т. н., доцент кафедры «Электрический транспорт»

- система гребнесмазки компании REBS GmbH (Германия), производство представительства в Республике Беларусь;
- гребнесмазыватель RailJet разработка компании DELIMON (Германия);
- гребнесмазыватели АГС-8 и АГС-10 разработка НПП «ФРОМИР-Сервис» г. Ростов-на-Дону.

Гребнесмазыватели REBS и RailJet не имеют принципиальных отличий. Системы относятся к одноконтурным. Лубрикант пневматическим насосом подается в смесительный блок и далее к распределителю (форсунке). Распределитель осуществляет равномерную подачу на необходимое количество форсунок. В кривых участках пути подача масловоздушной смеси выполняется по сигналу датчика кривизны, устанавливаемого на тележке (REBS) или в кузове (RailJet), левая и правая форсунки работают синхронно. В гребнесмазывателе REBS в качестве смазочного материала применяется смазка Raillub 90/15 (производство Швейцария), в гребнесмазывателе RailJet LOCOLUB ECO (производство Германия). К недостаткам данных систем относится их импортное происхождение и, как следствие, отсутствие локализации производства, дороговизна изготовления комплектующих, трудности в управлении цепочками поставок комплектующих, особенно смазочных материалов [2].

В России наибольшее применение получили гребнесмазыватели АГС-8. Устройство при помощи форсунок наносит смазочный материал на гребни набегающих колесных пар во время движения локомотива. Таким образом гребни покрываются антифрикционной пленкой толщиной 20 мкм. В процессе качения колеса лубрикант переносится на боковую поверхность рельса и на последующие гребни колес. Управление АГС-8 осуществляет электронный блок, оснащенный датчиками пути [3]. Практика показала, что использование этого гребнесмазывателя снижает риск возникновения буксования и юза при штатных условиях.

Косвенный эффект от применения гребнесмазывателей АГС8 на локомотивах промышленного транспорта выражается в снижении времени простоя локомотивов в ремонте, уменьшения расхода электроэнергии на тягу в результате снижения сопротивления движению, сокращения расходов связанных с обточками и наплавками КП, покупкой и заменой бандажей, колесных пар, расходами на ремонт пути, сокращения сходов в кривых и т. д. [7].

Однако АГС-8 имеют следующие недостатки:

- моральное устаревание системы, разработана в 1996 году;
- двухконтурная система подачи смазочного состава (смазка и сжатый воздух подаются к форсунке по отдельным трубопроводам) несет за собой необходимость в два раза увеличивать протяженность трубопровода относительно одноконтурных систем;
- сложное устройство форсунки, наличие в ней подвижных деталей, которые быстро изнашиваются, снижает ее надежность;
- ремонт АГС-8 требует высокой квалификации от слесаря.

Гребнесмазыватель АГС-10 также разработан и производится компанией отечественной компанией НПП «ФРОМИР-Сервис», является более современной модификацией АГС-8. Смазочный материал, применяемый в АГС-10, «ПУМА-МР» или «ПУМА-МГ».

Стоимость смазочного материала в пять-семь раз ниже стоимости смазок, применяемых в импортных системах гребнесмазывания. Система является одноконтурной как REBS и RailJet [4]. Смешивание смазочного материала и сжатого воздуха осуществляется в насосе дозаторе, продвижение смеси воздух-смазка по трубопроводу осуществляется волнообразно без его полного заполнения. Диапазон рабочих температур применения АГС-10 от – 50 до + 60 °С, у REBS этот диапазон ограничен отметками от – 40 до +50 °С, а у RailJet и вовсе от – 30 до +50 °С. На кривых участках пути подача лубриканта выполняется по сигналу датчика кривизны, установленного в блоке управления. В отличие от REBS и RailJet при движении в кривых предусмотрено как совместное управление левой и правой форсункой, так и отдельное.

Отличительные особенности системы гребнесмазывателя АГС10 от АГС8:

1. Лубрикант наносится на гребни КП равномерно.
2. Лубрикант поступает к форсунке по однолинейной схеме.

3. Лубрикант в баке и трубопроводах находится без давления, что повышает надёжность гребнесмазывателя и упрощает заправку бака.
4. Простые по конструкции форсунки не требуют технического обслуживания.
5. Достаточно простой монтаж и техническое обслуживание гребнесмазывателя.

Гребнесмазыватель АГС10 разработан в различных вариантах, которые характеризуются следующими показателями:

1. Количество форсунок.
2. Количество баков и их объём.
3. Алгоритм включения подачи смазки.

Вывод. Учитывая достоинства и недостатки всех рассмотренных систем гребнесмазывания REBS, RailJet, АГС-8 и АГС-10 в качестве бортового гребнесмазывателя на электропоезд ЭС2Г рекомендована отечественная система АГС-10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Теоретические исследования влияния различных эксплуатационных факторов на износ рельсов, гребней и бандажей колесных пар: отчет ВНИИЖТ, 1995 119 с.
- 2 Петрушин А. Д., Игнатъев О. Л., Глазунов Д. В. Устройство для смазывания открытых узлов трения // Вестник ВНИИЖТ. 2017. Т.76. № 6. С. 348-353.
- 3 Дорожкин В. Н., Фроянц Г. С. Как повысить эффективность применения автоматических гребнесмазывателей АГ // Локомотив. 2003. № 7. С. 27.
- 4 Глазунов Д. В. Повышение эффективности смазывания гребней колес тягового подвижного состава и рельсов: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2014.
- 5 Анахова М. В., Анисимов С. Д., Хаснутдинова Т. Б. Обоснование применения антифрикционных смазывающих покрытий при восстановлении гребней колесных пар // Вестник СГАПС. 2006. № 6. С. 10-12.
- 6 Балакин А. Ю., Панченко В. Н., Шепелин П. В., Гаврилов С. В., Донец С. Ю. Прогнозирование износа колесных пар подвижного состава // Наука и образование транспорта: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 130-летию транспортного образования в Пензенской области (Пензенского техникума железнодорожного транспорта). Самара, 2010. С. 4-5.
- 7 Антипова Е. Н., Шепелин П. В. Эффективность лубрикации при тяжеловесном движении // Повышение энергетической эффективности наземных транспортных систем : материалы второй международной научно-практической конференции, Омск, 08 декабря 2016 года. Омск: ОмГУПС, 2016. С. 19-26.
- 8

ТОРСИОННОЕ РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А. В. Плеханов¹, Н. А. Ефимов²

Введение. Особенно важными требованиями пассажиров к современному железнодорожному транспорту являются сокращение времени поездки и повышение условий комфорта. Известно, что для скоростных линий сокращение времени поездки возможно выполнить повышением скорости движения в кривых участках железнодорожных путей. При этом улучшение плавности хода подвижного состава можно осуществить повышением хода подвески, которое можно достичь уменьшением жёсткости рессорного подвешивания. Однако это сопровождается ростом боковой качки кузовов и ухудшением поперечной устойчивости вагонов, особенно при увеличении скорости движения по неровностям рельсовых путей и при прохождении кривых. В данных моментах используют специальные технические решения – стабилизаторы, выполняющие возвращение отклоненных кузовов под действием упругих сил в среднее положение и увеличивающие максимальный ход подвески. В рессорном подвешивании используются рычажные, торсионные и другие виды стабилизаторов [6]. Стабилизатор рычажный создаёт сопротивление наклону наддресорной балки тележки и противодействует боковой качке кузова, при свободных вертикальных перемещениях. Торсионный стабилизатор при скручивании торсионов создаёт восстанавливающие моменты при боковом отnose и качке кузова [1, 6].

¹Плеханов Александр Владимирович – студент группы ПС74, факультет ПС и ПМ

²Ефимов Николай Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Электрический транспорт»

В настоящее время эффективным техническим решением модернизации рессорного подвешивания подвижного состава является применение торсионной подвески. Торсионная подвеска – подвеска транспортного средства, амортизирующими элементами которой являются торсионы – стальные валы, упруго работающие на кручение. При этом она обеспечивает ряд преимуществ, основными из которых являются высокая плавность хода, её экономная компоновка и в отличие от пружинной подвески торсионы не входят в неподрессоренные массы транспортных средств. К тому же в сравнении с винтовыми пружинами, работающими на сжатие-растяжение, торсионные валы в 3,5 раза, а в сравнение с листовыми рессорами в 17 раз легче, без учёта веса крепления. Следовательно торсионные устройства дают возможность упростить конструкцию рессорного подвешивания, значительно уменьшить вес и и увеличить грузоподъёмность [2, 6].

Предлагается модернизировать центральное рессорное подвешивание вагонов электропоезда ЭД4М внедрением торсионов. Схема устройства рессорного торсионного подвешивания тележек показана на рис.1: нагрузка от подпятниковой опоры 1 через брусок 2 и подвески 3 передается рычагу 4, который закреплен на конце торсиона 5, а другой конец торсиона жестко закреплен на боковине рамы тележки 6. Стержень торсиона 5, закреплённый неподвижно во втулке 7, может свободно поворачиваться в подшипнике 8, являющийся его второй опорой. При возникновении нагрузки торсион закручивается на угол φ , а далее под действием упругих сил восстанавливается [3].

По действующему своду правил [4] максимальный угол возвышения наружного рельса в кривых при движении поездов без применения технологии наклона кузовов вагонов ограничен 6° . В связи с этим численное значение максимального угла поворота стержней торсионов принимается равным соответственно $\varphi_{\max}=0,1046$ рад. Для изготовления торсионов выбрана специальная хромоникельмолибденовая сталь 60С2А [5].

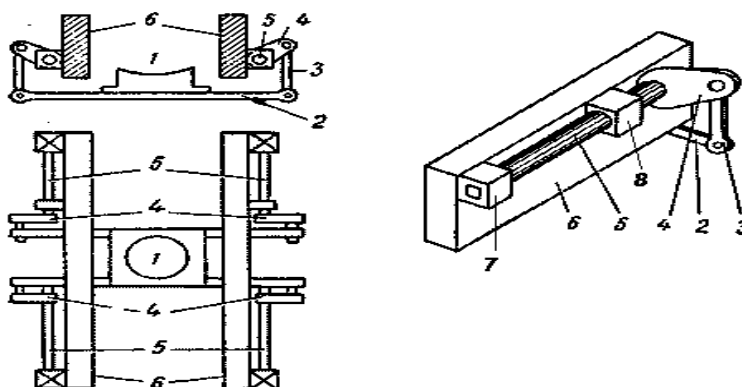


Рис. Схема рессорного торсионного подвешивания: 1–подпятниковая опора; 2–брусок; 3–подвеска; 4–рычаг; 5–торсион; 6–боковины рамы тележки; 7–втулка; 8–подшипник

В результате выполненных расчётов необходимых торсионов, работающих в зоне упругости, по формуле:

$$\varphi = \frac{Ml \cdot 32}{G\pi d^4} \approx 10 \frac{Ml}{Gd^4} \text{ рад}$$

где M – рабочий момент торсиона, $\text{Н}\cdot\text{мм}$; l – длина торсиона, мм ; d – диаметр торсиона, мм ; G – модуль 2-ого рода, МПа

определены размеры требуемых четырёх торсионов длиной 150 мм, диаметром 63 мм и рассчитана их нагрузочная характеристика.

Данное модернизированное устройство центрального рессорного торсионного подвешивания моторвагонного подвижного состава рекомендуется к внедрению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Большая энциклопедия транспорта. Т. 4. Железнодорожный транспорт. М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. 559 с.
- 2 Лукин В. В., Анисимов П. С., Котуранов В. Н. Конструирование и расчет вагонов. М.: ФГОУ «УМЦ», 2011. 688 с.
- 3 Сливинский Е. В., Радин С. Ю. Модернизация рессорного подвешивания грузовых вагонов // Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. № 2 (55). С. 135-139.
- 4 СП 261.1325800.2016. Железнодорожный путь промышленного транспорта. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456042945>
- 5 ГОСТ 14595-2016. Металлопродукция из рессорно-пружинной нелегированной и легированной стали. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200144428>
- 6 Ефимов Н. А., Тычков А. С., Шепелин П. В. Совершенствование элементов рессорного подвешивания подвижного состава // Локомотивы. Транспортно-технологические комплексы. XXI век : сборник материалов V Международной научно-технической конференции, посвященной 180-летию железных дорог России, Санкт-Петербург, 14–16 ноября 2017 года. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2017. С. 145-149.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ РЕЛЬСОВЫХ СЕТЕЙ НА ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

В. С. Салов¹, Е. А. Лысак²

Актуальность темы исследования

Эффективное функционирование городского электрического транспорта учитывает надежную и долговременную службу подземного комплекса коммуникаций, а также контуры заземления энергообъектов. Все сооружения, которые находятся в земле или на ее поверхности состоят из металла, также находясь в зонах критического воздействия коррозии таких как зоны промерзания земли и высококоррозионные грунтовые области.

Вследствие того, что не все трамвайные пути обслуживались надлежащим образом, происходит коррозия коммуникаций блуждающими токами.

Для увеличения длительности безаварийной эксплуатации подземной коммуникаций необходимо использовать самые эффективные методы по борьбе с блуждающими токами.

Воздействие блуждающих токов

Опасность блуждающих токов прежде всего состоит в электрохимической активности, которая приводит к ускорению разрушения конструкций таких как трубопровод и газопровод. Рабочие состояние незащищенных объектов может выйти из строя в протяжении продолжительного времени. Большинство блуждающих токов возникают в земле, при аварийной утечке с линий электропередач.

Диагностика – измерения блуждающих токов

С целью оценки угрозы коррозии приводят следующий объём комплексных диагностик на кабельных линиях:

- разность по отношению потенциалов оболочек кабеля к земле;
- разность потенциалов между оболочками кабелей, рельсами трамвая и подземными конструкциями;
- измерения поверхностной плотности тока, сходящего с оболочек кабеля в землю;
- измерения величины и направления тока, протекающего по оболочкам кабеля.

Согласно итогам диагностики, предприятие использующая кабельные линии выполняет соответствующие мероприятия:

- составляя карту анодных зон, совершают обнаружение небезопасных областей для кабельных линий в связи электрической коррозии;

¹ Салов Владислав Сергеевич – студент группы ЭЭб-91, факультет ПС и ПМ

² Лысак Елена Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «ЭТ»

- посредством выполнений регулярных измерений в заданных местах формируют мониторинг за состоянием кабельных линий;
- при предупредительных тестированиях обнаруживают случаи дефекта от коррозии, а также анализируют основные причины неисправностей кабельных линий;
- с целью разрыва цепи блуждающего тока совершают установку изолирующих муфт, состоящих из эпоксидного компаунда;
- для выполнения задачи по снижению плотности блуждающего тока производят объединение металлических слоев кабельных линий между собой.

Мероприятий по защите от влияния блуждающих токов

Самым основным мероприятием для защиты от коррозии на электрифицированных железных маршрутах постоянного тока считается условие, при котором число токов потерь из рельсовых нитей в грунт сводится к минимуму. Дополнение к этому мероприятию по защите кабелей станет прирост переходного сопротивления охватывающие все системы подземных сооружений.

При этом есть способы использующие электрические методы, обеспечивающие сохранение в рабочем состоянии кабелей от воздействия коррозий.

Операция сохранения устройств от негативных воздействий блуждающих токов выделяют такие, как пассивные и активные.

Пассивные. Мероприятия по сокращения негативного действия тока обеспечивается благодаря повышению проводимости рельс и увеличению переходного сопротивления к земле. Чтобы повысить проводимость, реализуют переход в бесстыковой путь на главных путях типа тяжелых рельс. С помощью щебеночного или гравийного балласта, на который укладываются рельсы, повышается переходное сопротивление.

При использовании на трубопроводах дополнительного антикоррозийного защитного слоя (экструдированным полиэтиленом, резинобитумные покрытия и д.р.) подразумевает низкую электрическую проводимость, при которой исключается вероятность появления в трубах блуждающего тока к тому же поражение труб коррозией и, в свою очередь дальнейшее их повреждение и разрушение.

Активные мероприятия. Разработка электрического режима на конструкции для защиты и прекращения распространения коррозии.

К тому же, применяются следующие операции по защите трубопровода:

Анодная защита – с помощью провода, заземленного цинковой, магниевой пластиной - стержнем происходит соединение с трубопроводом, эта конструкция подводки тока от постоянного источника не требует. Заземленная конструкция выполняется из разных материалов, таким образом формируется гальванический элемент.

Прямая электрическая дренажная защита – для сохранения безопасности подземных систем от блуждающих токов используются объекты, отклоняющие опасные воздействия на саму систему. Такое отклонение выполняется в область с наиболее низким потенциалом, по сравнению с территорией подземных сооружений.

Электрическое секционирование – технология состоит в разрыве электрической неизменности трубопровода. В результате снижается воздействие тока при повышении продольного омического сопротивления труб.

Катодная защита.

При эксплуатации приложенного внешнего тока коррозия, в конечном итоге сокращается до минимума, и внешняя структура металла в опасных областях анодных зон не нарушается в течение длительного времени.

Для работы такого метода необходим основной источник постоянного тока и дополнительный электрод, чаще всего используют графитовый и железный, находящийся на определенном промежутке от объекта, который находится под защитой.

В результате анализа способов снижения воздействия блуждающих токов рельсовых сетей на подземные коммуникации, можно сделать вывод о том, что каждое из вышеописанных мероприятий по защите подземных устройств обладает своими преимуществами и недостатками, но самым безопасным и эффективным является катодная защита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Иванович В. В., Усов В. С. Блуждающие токи. Их негативное воздействие на трубопроводы. Методы борьбы // Актуальные проблемы энергетики : материалы 70-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. Секция 6: Электротехника и электроника. Минск : БНТУ, 2014. С. 239-241.
- 2 Конарев Н. С. Большая энциклопедия транспорта: В 8 т. Т. 4. Железнодорожный транспорт / Главный редактор Н. С. Конарев. М.: Большая Российская энциклопедия, 2003.- 1039 с.
- 3 Медведева А. А. Совершенствование метода и технических средств защиты от коррозии блуждающими токами заземляющих устройств тяговых подстанций : автореферат дис. ... кандидата технических наук. Омск, 2017. 19 с.
- 4 Бэкман В., Швенк В. Катодная защита от коррозии Справочник. М.: Металлургия, 1984. 496 с.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

В. С. Салов¹, В. В. Ляшенко²

Введение. Городской транспорт является необходимым элементом движения во всех мегаполисах. Его основополагающая цель – предоставление услуг по перевозке для населения при постоянном совершенствовании сервиса обслуживания. Он содержит в себе такие транспортные средства, как трамвай, троллейбус, метрополитен, автобус.

Особенностью области городского пассажирского транспорта является то, что присутствует продолжительный процесс подготовки к проведению услуг по доставке, а после этого происходит напрямую оказание самой услуги. Ее производство, которое обладает высоким качеством и является одной из главных целей, потому что привлекает за собой число положительных показателей, нет возможности без рациональной подготовки, другими словами без необходимого создания транспортного механизма, нормирование подвижного состава к требуемым параметрам, без разработки законодательства, тарифной политики и т.д. В любой из этих областей требуются активно использующие технические новинки и средства, современные методы как построение и обеспечение, так и в полном объеме контроль. Таким образом, очередное оказание услуг не может быть случайно независимым процессом и требует постоянного наблюдения и немедленного управления, а также создание единой интегрированной системы менеджмента качества [1, 2].

Совершенствования: взаимодействия транспортов

Организация пассажирских перевозок, как правило, организуется с участием нескольких видов транспорта. Однако отсутствия четкого механизма их взаимодействия приводит к возникновению ошибок и трудностей. К основной проблематики взаимодействия различных видов городского транспорта является несовершенство организации работы пересадочных пунктов, необходимость длительного ожидания и т.д. [3, 4, 8].

Также особую роль играет прогнозирование пассажиропотоков. При этом нужно рассматривать все стороны развития транспортного движения в городе, такие как усовершенствование системы дорожного движения:

- при максимальных загруженных участках дорожной сети ограничивать движение индивидуального транспорта (предоставление свободного проезда для общественного транспорта);
- при максимальных загруженных участках города ограничивать размещение частного автотранспорта на проезжей части (улучшение инфраструктура транспортных артерий городских округов, повышение привлекательности городского транспорта);
- выделение отдельных полос, предназначенных для движения общественного транспорта;

¹ Салов В. С. – студент группы ЭЭб–91

² Ляшенко В. В. – к.т.н., доцент

- организация движения с учетом приоритетности городского транспорта;
- организация интеллектуальной системы управления светофорами с целью повышения средней скорости движения общественного транспорта [1].

Совершенствование маршрутной сети ГТ

Существующие объекты транспортной механизма и пассажирского транспорта, не позволяют удовлетворять растущий спрос в полном объеме. Возникают трудности в последовательном планировании структуры городского транспорта и управлении ими, что является необходимым условием успешного решения существующих транспортных проблем [8]:

Совершенствование маршрутной транспортной сети:

- сокращение степени повторения схем движения городского общественного транспорта;
- слаженность схем движения общественного транспорта в связи с объездом напряженных путей движения и участками с затруднённым проездом;
- доказательство и разработка достаточной плотности маршрутной сети в зависимости допустимой шаговой досягаемости остановочных мест;
- развитие городских маршрутов обоснованной протяженности, которые предоставляют оптимальное сходство количества транспортных систем величине пассажиропотоков;
- повышение эффективности расположения остановочных мест [4];
- повышение эффективности обслуживания и ремонта городского транспорта с использованием современных методов организации процессов [5, 6, 8].

Но общественный транспорт постепенно развивается. С этой целью вводятся комфортные автобусы с кондиционерами, низким полом и плавным ходом. Расширяются возможности льготной оплаты проезда в любом транспорте и по единому проездному документу. Используются укороченные интервалы движения в пиковое время и точное соблюдение расписания. Привычными становятся «умные» системы информирования пассажиров. Актуальной инновацией является внедрение ИТС – интеллектуальной транспортной системы, которая способна контролировать потоки транспорта, освободить от груза и сделать устойчивыми дороги, а поездки – быстрее и удобными. В такой структуре нуждается каждый мегаполис.

Совершенствование современных единиц городского транспорта.

В настоящее время в крупных мегаполисах мира нашли широкое применение не только троллейбусы с классическим питанием энергией от контактной сети, но и их разновидности использующие в своей конструкции либо бортовые накопители энергии ли автономные силовые установки. Такие единицы электрического городского транспорта получили название электробусы и дубусы.

Таблица

Основные виды перспективного городского транспорта [7]

Вид городского транспорта	Способ тяги	Достоинства	Недостатки
Электробус с подзарядкой в движении	Токосъём/Емкостные накопители	- равномерность нагрузки на контактную сеть; - рациональная работа бортовых накопителей; -отсутствие простоев на станциях зарядки; -возможность эксплуатации без контактной сети;	-увеличенная масса транспортного средства; -ограниченный запас автономного хода.
Электробус со статической подзарядкой	Емкостные накопители	-равномерность нагрузки по маршруту на контактную сеть; -возможность эксплуатации без контактной сети; - быстрое время заряда.	-необходимость оборудования специальных зарядных станций; -неравномерная нагрузка на контактную сеть в местах подзарядки;

			-необходимость использования автономного отопителя.
Дуобус	Токосъём/ Дизель-генератор	-высокая мобильность; -возможность эксплуатации без контактной сети; -равномерность нагрузки на контактную сеть; -отсутствие дополнительных средств для подзарядки	-увеличенная масса транспортного средства; - необходимость заправки топливом; -необходимость обслуживания и ремонта двигателя; -снижение экологической безопасности транспортного средства.

Также в качестве перспективного вида городского транспорта можно рассмотреть такой вид городского транспорта, как Hyperloop, SkyWay (UNICAR U4-430) – транспортное средство повышенного удобства. В перемещении приводится тяговым электроприводом, питающимся от контактной сети либо от бортового накопителя энергии. В составе транспортно-инфраструктурных комплексов используется для эксплуатации на городских и пригородных маршрутах. Конструкция юникара позволяет формировать его отдельные модули в единый состав посредством жёсткой сцепки. Количество секций сочленённого состава, а также их вместимость, может варьироваться в зависимости от предполагаемого пассажиропотока. Разработана персонализированная версия юникара U4-430 в тропическом исполнении для регионов с засушливым климатом и верхним температурным пределом эксплуатации до +55 °С включительно. Каждый модуль юникара оборудован сидячими местами в количестве от двух до шести.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сформулировать основные векторы развития сети городского транспорта, к которым относится взаимодействие различных видов городского транспорта, совершенствование маршрутной сети, внедрение новых перспективных видов городского транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дрючин Д. А., Майоров М. А. Основные направления повышения качества транспортного обслуживания населения городским пассажирским транспортом по регулярным маршрутам // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 4 (179). С. 30-36.
- 2 Петухов С. А., Муратов А. В., Ляшенко В. В. Повышение эффективности обслуживания и ремонта мотор-вагонного подвижного состава на полигоне Южно-Уральской железной дороги // Инновации и исследования в транспортном комплексе: III Международная научно-практическая конференция. Курган: ЗАО «Курганстальмост», 2015. С. 241-243.
- 3 Гукетлев Ю. Х., Ткачева Я. С., Гукетлев Э. Ю. Пассажирский транспорт в социально-культурном пространстве городов и регионов // Новые технологии. 2016. № 4. С. 22-26.
- 4 Проблемы взаимодействия различных видов пассажирского транспорта в городе / Т. Н. Коновалова, С. Л. Надирян Ю. П. Миронова, М. П. Миронова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2015. № 12. С. 133-139.
- 5 Ляшенко В. В., Муратов А. В., Петухов С. А. Использование инструментов контроля качества для повышения эффективности процессов ремонта и обслуживания подвижного состава // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 3(51). С. 22-26.
- 6 Ляшенко В. В., Муратов А. В., Целиковская В. С. СМК как инструмент совершенствования технологических процессов сервисного локомотивного депо // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: Труды третьей международной научно-практической конференции, Москва, 11–12 октября 2018 года. Москва: ООО «ЛокоТех», 2018. С. 241-242.
- 7 Ляшенко В. В. К вопросу использования современных единиц электрического городского транспорта в Г. О. Самара // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 58-60.
- 8 Руцким В. М., Шепелин П. В., Старикова А. Г. О правовом и нормативно-техническом регулировании на городском электрическом транспорте в современных условиях // Наука и образование транспорту. 2017. № 1. С. 71-74.

ЦИФРОВАЯ СРЕДА ТЕХНИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ

А. С. Степочкин¹, А. А. Булатов²

Введение. Техническое содержание тягового подвижного состава является наиболее затратной компонентой его эксплуатации, поэтому основное направление научных изысканий ведущих ученых [1, 2, 3] направлено на поиск путей повышения эффективности эксплуатации.

В настоящее время, цифровые технологии применяются на всех этапах производственного цикла – от презентации идеи, проектирования, изготовления и эксплуатации до обслуживания и утилизации. Опора на «цифру» гарантирует предприятиям значимые конкурентно-способные достоинства, особенно в условиях неопределенности. Цифровые технологии сыграли невероятно важную роль в разгар пандемии, наиболее эффективно справились наиболее механизированные, автоматизированные и готовые к удаленной работе предприятия.

Цифровая среда – это объединённая коммуникационная среда, в которой цифровые устройства сотрудничают и управляют контентом и действиями в нем. Концепция основана на системах цифровых технологий, которые интегрированы и реализованы для глобального сообщества. Цифровые технологии – это отдельная система, которая основана на методах кодирования и трансляции информационных данных, позволяющих решать самые разные задачи за относительно короткие промежутки времени.

Благодаря цифровым технологиям автоматизируются отдельные линии и целые заводы в производстве, разрабатываются новые модели и материалы, контролируется соблюдение стандартов безопасности и правил установленных экологических протоколов, прогнозируются отказы оборудования, предотвращаются дефекты и травмы, оптимизируются рабочее время и ресурсы [6].

На сегодняшний день различные средства цифровой и технической диагностики широко используются для контроля технического состояния подвижного состава, планирования сроков и объемов технического обслуживания и ремонта. Особо ответственное динамическое оборудование оснащено датчиками и контроллерами, которые обеспечивают измерение вибрации, температуры, тока в режиме реального времени, а в случае увеличения допустимых значений контролируемых параметров своевременно сигнализируют об обнаружении неисправности [4, 5].

Ещё в ближайшем будущем возможно внедрение цифровых технологий в некоторых подразделениях:

«Сервис мониторинга жизненного цикла с использованием технологии блокчейн (ЕК АСУИ РРД Рельсы), предназначенный для обеспечения единого информационного пространства для ОАО «Российские железные дороги» и внешних участников (производителей), предоставляя участникам достоверную информацию с надежной идентификацией рельсов на всех этапах жизненного цикла, начиная с этапа доставки с завода, регистрации и перераспределения на складах перед сваркой в плети, укладкой в пути, снятием с пути и списанием на металлолом.

Проведены работы по разработке и тестированию цифрового двойника инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» на пилотной площадке МЦК Владыкино – Белокаменная, разработан проект концепции внедрения данной технологии в инфраструктурный комплекс ОАО «РЖД».

То есть, цифровой двойник инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» – это цифровая платформа, предназначенная для принятия оперативных решений по обслуживанию инфраструктуры комплекса. Представляет собой модель, которая позволяет производить аналитику, прогнозирование технического состояния инфраструктуры и планировать ремонтные работы удалено.

Цифровизация и информационные технологии имеют отдельный раздел в программе. В ней отмечается, что к ключевым направлениям развития информационных систем в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги» относятся:

1- создание единого информационного поля для грузоперевозок и логистики с целью повышения прибыльности бизнеса по грузоперевозкам и логистике;

¹ Степочкин Александр Сергеевич – студент группы ПС-83, факультет ПС и ПМ

² Булатов Андрей Александрович – к.т.н. доцент кафедры «ЭТ»

2- создание единой информационной зоны пассажирского комплекса для повышения рентабельности пассажирских перевозок;

3- формирование сквозных цифровых технологий для организации перевозочного процесса («Цифровая железная дорога») для повышения эффективности железнодорожных перевозок и инфраструктуры;

4- создание единой объединённой автоматизированной системы управления, оптимизация корпоративных систем управления предприятием, анализ и разработка отчетов для повышения прибыльности внешней деятельности, повышения отдачи общественной деятельности и коллективного управления.

Достоинства применения цифровых технологий.

Передача сигнала без искажений: двоичная система сводит к минимуму риски потери или изменения информации. Чем меньше символов используется для кодирования информации, тем выше вероятность передачи исходной информации без искажений по установленным каналам вещания;

Хранение информации: Цифровой способ хранения информации проще, чем аналоговый. Информация сохраняется и считывается без помех, которые могли привести к ошибкам. В аналоговых системах разделы данных могут быть повреждены из-за изнашивания оборудования. В этом случае невозможно восстановить информацию без потерь;

Возможность применения сложных алгоритмов с высокой точностью реализации;

Сжатие информации: оцифрованная информация хранится в небольшом пространстве;

Таким образом, использование цифровой среды на производстве обеспечивается благодаря внедрению цифровых технологий, что позволяет автоматизировать, прогнозировать и ускорить производственные процессы. Тем самым делая его дешевле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Капранов Н. Н., Булатов А. А. Управление техническим состоянием электровозов в системе технического содержания // Актуальные проблемы развития транспортных систем Российской Федерации : сборник научных трудов с международным участием. Самара : СамГУПС, 2004. С. 12-14.
- 2 Шищенко Е. В., Водлазов В. Н., Алексеев А. В. Разработка математической модели оценки надежности тягового двигателя постоянного тока на основе свойств конструкции // Вестник СамГУПС. 2017. № 1(35). С. 40-47.
- 3 Булатов А. А. Совершенствование системы технического содержания узлов электровозов с учетом изменений климатических условий : дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2004. 162 с.
- 4 Обучение классификатора состояний рельсовых линий / Е. М. Тарасов, А. А. Булатов, А. Е. Тарасова, С. А. Вельмин // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 300-302.
- 5 Булатов А. А., Булатова О. Г. Оценки и показатели, характеризующие пути повышения эффективности эксплуатации тягового подвижного состава в условиях высокой изношенности парка // Наука, инновации, образование: актуальные проблемы развития транспортного комплекса России : материалы международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 16–17 ноября 2006 года. Екатеринбург: УрГУПС, 2006. С. 109-110.
- 6 Курунов А. В., Шепелин П. В. Применение web-технологий при создании карт технологического процесса ремонта // Вклад ученых вузов в научно-технический прогресс на железнодорожном транспорте : тезисы докладов межвузовской научно-практической конференции, Самара, 05–06 марта 2003 года. Самара: СамГАПС, 2003. С. 63.

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА С УЧЁТОМ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

М. М. Утежанов¹, Ф. М. Лаухин²

Введение. В настоящее время питание городского электрического транспорта осуществляется постоянным током, несмотря на ряд существенных недостатков, таких как высокие джоулевы потери энергии в контактной сети, и в случае с реостатным регулированием скорости движения ещё и высокий расход электроэнергии подвижным составом, а также большие значения тягового тока, в результате чего расходуется значительная мощность на тепловой нагрев токоведущих частей, в особенности электрооборудования силовой цепи. Электрическое оборудование подвижного состава постоянного тока воспринимает в штатном режиме токи порядка нескольких сотен ампер, поэтому для их надёжной работы к токоведущим частям и контактными соединениям предъявляются высокие требования [1].

Наиболее частой причиной отказа электрооборудования является термическое воздействие электрического тока на токоведущие элементы и, в особенности, на соединения токоведущих элементов (болтовые соединения шин, наконечников проводов, токопроводящие стыки рельсовых цепей) [2]. Как показал анализ статистических данных по отказам электрооборудования подвижного состава (рис.) наибольший процент причин отказов приходится на термическое повреждение. Отказ возникает, как правило, когда случилось физическое разрушение элемента электрооборудования от теплового воздействия электрического тока (расплавление части элемента). Тепловой нагрев имеет место быть при номинальном значении тока и переходного сопротивления в зоне контакта, но электрический контакт по своей сути это не только механическое скрепление двух контакт-деталей, но и совокупность механических, электрических, тепловых и химических процессов. Электрооборудование подвержено влиянию многих факторов, в том числе и нестационарных. В связи с чем, даже небольшое отклонение в величинах, характеризующих контактное соединение, способствует нарушению процессов названных выше и приводит к аварийным ситуациям во время эксплуатации [1].

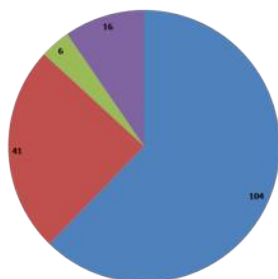


Рис. Диаграмма количества отказов электрооборудования в единицах по причинам возникновения:
104 – термическое повреждение, 41 – механическое повреждение,
16 – нарушение регулировочных характеристик, 6 – потеря деталей

Значение величины тока проходящего по электрооборудованию в процессе эксплуатации находится, как правило, в номинальных пределах, в отличие от переходного сопротивления, которое зависит от множества факторов. По результатам исследований влияния технологических факторов по степени влияния на величину переходного сопротивления [3], было выделено два фактора, которые характеризуют скорость выхода из строя контактного соединения в эксплуатации: микроструктура поверхности (шероховатость) и усилие сжатия (контактная нагрузка) [4].

Контактные соединения, расположенные на электрооборудовании подвижного состава, подвержены кроме естественных факторов, таких как коррозия, ещё и факторам непредсказуемым или нестационарным. Особенность электрооборудования в контексте нестационарности заключается в том, что его периодически разбирают и обслуживают или демонтируют для доступа к другому оборудованию. Вмешательство работника в работу оборудования для его ре-

¹ Утежанов Мерей Меркеевич – студент группы ЭЭБ-01, факультет ПСиПМ

² Лаухин Филипп Михайлович – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

монта и обслуживания вносит дополнительные нестационарные факторы, влияющие на его выход из строя: несоответствия усилия сжатия и несоответствие шероховатости поверхности. Несоответствия усилия сжатия – это фактор характеризующий вероятность приложения несоответствующего усилия сжатия контакт деталей, вследствие неправильно выбранного, например, крутящего момента на резьбовом соединении или применения несоответствующего инструмента, который имеет зависимость от ряда параметров: уровня квалификации работника (особенно важны такие качества в квалификации как внимательность, концентрация, исполнительность), уровня оснащённости предприятия ресурсами (качество инструмента, перечень инструмента), уровня организации труда, уровня технологической грамотности предприятия. Несоответствие шероховатости поверхности – это вероятность несоблюдения заданной шероховатости и получения дефектов на рабочей поверхности контакт детали в результате внешних случайных воздействий (замытия, царапины, наплывы, попадание краски и т. д.) [1].

Существует вероятность совершения работником ошибки в процессе выполнения технологической операции, т.е. допущения влияния нестационарного фактора, и чем лучше соблюдается технология, тем меньше это влияние. Например, использование динамометрического ключа для затягивания контактных соединений. Это решение позволяет снизить вероятность нестационарного фактора, но не исключает его, так как тот же динамометрический ключ, работник может применить неправильно, причём как осознанно, так и неосознанно. Для того чтобы максимально исключить вероятность нестационарных факторов необходимо прибегать к современным цифровым возможностям, например оснащать рабочий инструмент датчиками регистрирующими усилие, движение и т.д., и передавать это в базу данных, чтобы система в автоматическом режиме могла контролировать и корректировать действие работника [5].

Нестационарность разобранных выше факторов объясняется сложностью взаимодействия работника и предмета обслуживания, в нашем случае электрооборудования. В технике, часто применяются конструкторские решения, направленные на исключение воздействия нестационарных факторов или другими словами «человеческого фактора», как правило, это разного рода блокировки. Человек, в отличие от робота, может ошибаться, поэтому, чем ответственнее узел, тем меньше там должен быть задействован человек. А технология его обслуживания должна быть более продуманной, с расчётом на невозможность совершения ошибки.

Снижение воздействия нестационарных факторов возможно путем применения следующих мероприятий:

- максимального внедрения в технологические процессы решений, основанных на цифровых технологиях (интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект). Это позволит создать новые виды, так называемых блокировок, которые будут способствовать недопущению выхода из строя оборудования;
- необходимо повышать технологическую культуру производства на предприятии. Это подразумевает подбор персонала с помощью новых методов, повышение квалификации, повышение уровня организации труда (заинтересованности, мотивации, применение новых методов в работе).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Андрончев И. К., Булатов А. А., Лаухин Ф. М. Совершенствование системы технического обслуживания электрических контактных соединений крышевого оборудования электровоза с учётом влияние нестационарных факторов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 10-12.
- 2 Влияние неисправного состояния сборных токопроводящих стыков на работу рельсовых цепей / И. К. Андрончев, А. Г. Исайчева, Е. М. Тарасов [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 6 (72). С. 40-45.
- 3 Мышкин Н. К., Кончиц В. В., Браунович М. Электрические контакты: Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. 580 с.
- 4 Плохов Е. М., Булатов А. А., Лаухин Ф. М. Методика расчета и выработка мероприятий по повышению энергетической эффективности болтовых контактных соединений на электроподвижном составе // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 5 (53). С. 53-56.
- 5 Булатов А. А., Лаухин Ф. М. К вопросу цифровизации параметров системы технического содержания тягового подвижного состава // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 21-22.

АКТУАЛЬНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫДВИЖНЫХ ПОДНОЖЕК ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г

А. Р. Федичева¹, М. В. Анахова²

Введение. Блок выдвижных ступеней электропоезда ЭС2Г «Ласточка» в климатических условиях России, особенно зимой, приходит в неисправное положение, что затрудняет вход и выход пассажиров. Это приводит к задержкам электропоезда на промежуточных станциях, неплановым ремонтам ступеней, снижает безопасность посадки-высадки пассажиров.

Цель: Повысить надежность работы выдвижных ступеней на электропоезде ЭС2Г.

Задачи:

1. Проанализировать необходимость модернизации конструкции выдвижных ступеней на электропоезде ЭС2Г;
2. Предложить устройство защиты ступеней электропоезда ЭС2Г.

Блок выдвижных ступеней электропоезда ЭС2Г «Ласточка» переназначен для оснащения вагонов и их модификаций, эксплуатирующихся с конструкционной скоростью до 160 км/ч на открытых участках и в тоннелях действующих магистральных линий и оборудованных низкими и высокими платформами для входа и выхода пассажиров [1, 2].

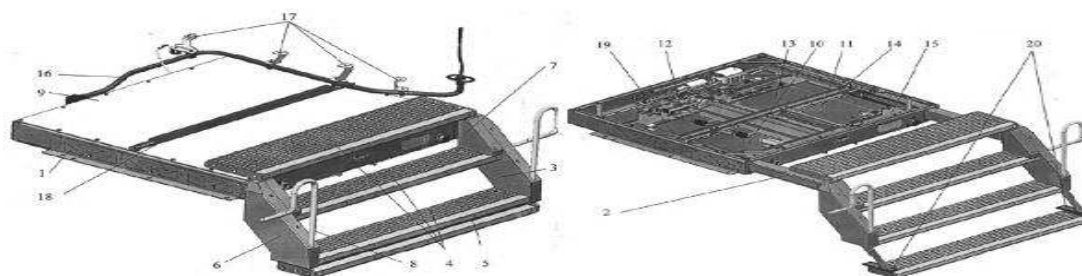


Рис. 1. Общий вид блока выдвижных ступеней

Общий вид блока выдвижных ступеней приведен на рис. 1. Он состоит из короба (1), балок в сборе (2), на которые установлены боковины в сборе (3), и ступеней в сборе, три из которых неподвижно закреплены на боковинах, четвертая – подвижная. Внутри короба расположен механизм, который представляет из себя винтовую, зубчатую и цепную передачи [3].

Механизм подножки обеспечивает выдвижение в два этапа: на первом этапе происходит выдвижение блока ступеней в сборе (4), на втором этапе выдвижение четвертой ступени. Задвижение ступеней происходит в обратной последовательности.

Управление механизмом подножки осуществляется блоком управления дверьми (БУД). Выдвижение и возвращение ступеней в исходное положение осуществляется с помощью подачи постоянного напряжения на обмотки двигателя мотор-редуктора [4, 5].

В суровых российских условиях, особенно зимой, блок выдвижных ступеней приходит в неисправное положение, что затрудняет вход и выход пассажиров. Неисправность выдвижной ступени характеризуется её невыходом или не задвижением как на низкой, так и на высокой платформе. Устранение неисправности подножки требует определенных затрат времени, особенно в случае с механической блокировкой ключом, так как помимо прохода из кабины машиниста до неисправной ступени, требуется время чтобы задвинуть подножку вручную, в противном случае она не блокируется. Затраченное время на устранение неисправности приводит к задержкам электропоезда на промежуточных станциях, что сказывается на недовольстве пассажиров и недоверии к компании в целом. Проведенным анализом системы КАСАНТ установлено, что большинство случаев неисправности выдвижных ступеней зафиксированы в зимний период времени.

¹ Федичева Анна Романовна – студентка группы ПС-75, факультет ПС и ПМ

² Анахова Марина Вениаминовна – к. т. н., доцент кафедры «Электрический транспорт»



Рис. 2. Распределение отказов ЭС2Г за 2021 год согласно данным системы КАСАНТ

Проведенным анализом системы КАСАНТ установлено, что большинство случаев неисправности выдвижных степеней (11 случаев или 61 %) зафиксированы в зимний период времени. Натурными осмотрами выдвижных подножек в пути следования, а также в ходе комиссионных осмотров подножек в депо выявляются общие характерные признаки неисправности – это обледенение цепи, обледенение балок выдвижного блока подножек, накопление снега и льда в наружном кожухе четвертой ступени. Примеры обледенения цепи привода и накопления снега в наружном кожухе четвертой ступени приведены на рисунке 3. Натурными осмотрами выдвижных подножек в пути следования, а также в ходе комиссионных осмотров подножек в депо выявляются общие характерные признаки неисправности – это обледенение цепи, обледенение балок выдвижного блока подножек, накопление снега и льда в наружном кожухе четвертой ступени. Причина попадания снега в кожух четвертой ступени, из-за которого происходит обледенение цепи и выдвижных балок, является негерметичная конструкция кожуха. При движении электропоезда в зимнее время снежные массы подхватываются потоками воздуха и «оседают» на механической части подвижного состава. Так как давление воздуха внутри кожуха меньше, чем давление снаружи снег попадает во внутренне пространство блока ступеней, оседая на цепи, звездочке и выдвижных балках. В качестве мероприятия по предотвращению обледенения цепи заводом-изготовителем ступеней было реализовано нанесение на поверхность цепи специальной антигололедной смазки.



Рис. 3. Обледенение цепи привода и накопление снега в кожухе четвертой ступени

Но проблему это не решило, так как цепная передача – это фрикционная передача, в которой, при трении зубьев шестеренки и звеньев цепи, выделяется тепло. Выделившаяся теплота превращает снег, который попадает в кожух через отверстие, в воду. Таким образом антигололедное масло смешивается с водой и ввиду низкой температуры окружающего воздуха кристаллизуется в лед. Для устранения данной неисправности изучены патенты с 2003 по 2020 годы. Изучение патентной и технической литературы показало, что разработкой конструкции кожуха для защиты от атмосферных воздействий занимались многие крупные компании. В качестве прототипа был выбран российский патент 2020 года, авторов Зерова К.А. и Юровских А.Н. Решение заключается в следующем: установить защитную боковину между выдвижной четвертой ступенью и боковинами основного блока ступеней, закрыв при этом конструкторское отверстие. Этим достигается уменьшение попадания снега и прочих загрязняющих частиц, мешающих эксплуатации выдвижной подножки, так как защитная боковина будет препятствовать встречным потокам воздуха при движении электропоезда. Эко-

номически изготовление и установка защитной боковины выгодна, не требует больших вложений, затрат и обслуживания. Установление такой конструкции может производиться как на новых электровозах, которые еще не вышли с завода, так и на действующих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Скоростной электропоезд ЭС1 «Ласточка»: учеб. пособие /А. Ю. Слизов [и др.] М. : ООО «Издательский дом Автограф», 2015. 236 с.
- 2 Электропоезд с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серии ЭС2Г. Руководство по эксплуатации ЭС2Г.0.00.000.000 РЭ
- 3 Электропоезда Desiro RUS [Текст]: руководство по эксплуатации. 2013.
- 4 Технические характеристики электропоезда «Ласточка». URL: <http://ulkm.ru/produkcija/elektropoezd-lastochka/>
- 5 Циглер В., Манглер Р. Desiro RUS – перспективный пригородный электропоезд // Железные дороги мира. 2012. № 4. С. 44-51.

КОНЦЕПЦИЯ ГИБРИДНОГО ТРАМВАЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ В ГОРОДЕ САМАРЕ

Е. Ю. Циклаури¹, Ф. М. Лаухин²

Большая часть городского электрического транспорта использует систему электропитания через контактную сеть. Только в последнее время появился новый вид электрического транспорта – электробусы, которые используют аккумуляторную систему с подзарядкой на остановочных пунктах. Благодаря развитию электронной техники, а также появлению новых типов аккумуляторов с оптимальными массогабаритными показателями, развиваются системы комбинированного электроснабжения транспорта, когда на участках, не оборудованных контактной сетью, подвижной состав движется за счёт бортового источника энергии (аккумуляторной батареи), который также может принимать электрическую энергию во время электрического торможения, если есть для этого соответствующие условия (скорость движения и профиль пути) [1]. Если подвижной состав не оборудован токоприёмником для контактной сети, то подзарядка аккумуляторной батареи может осуществляться на остановочных пунктах от контактных площадок для быстрой подзарядки аккумулятора. За счёт накопления рекуперированной энергии, такой электрический транспорт на 30 % экономичнее. Но, кроме преимуществ, использование аккумуляторных батарей на транспорте имеет свои недостатки: ограниченный срок службы, который достаточный для коммерческого применения, но всё равно существует и это создаёт проблемы для предприятия в будущем; высокая стоимость, так как аккумуляторы изготавливаются из редкоземельных металлов (литий, марганец, никель, медь); снижение эксплуатационных качеств при низких температурах, так как ёмкость аккумулятора с понижением температуры уменьшается до 3–5 раз. В настоящее время технологии и промышленность развиваются достаточно быстрыми темпами, поэтому перечисленные выше недостатки в ближайшее время будут нивелированы.

Существующий парк электрического транспорта города Самара составляет несколько сотен единиц подвижного состава. Парк постоянно обновляется новыми единицами техники. В 2012 году проведены испытания нового трамвая производства ОАО «Уралтрансмаш» – модели 71-405-11 с электрооборудованием, разработанным и изготовленным специалистами ЗАО «АСК». Питание такого вагона осуществляется от контактной сети, но не напрямую, а через батарею суперконденсаторов. Такое решение позволяет снизить пиковые нагрузки на сеть, повысить экономичность за счёт использования энергии торможения и даже автономно двигаться на расстояние до 800 метров. Эта концепция создания городского электрического транспорта дала толчок к появлению нового типа, так называемого гибридного трамвая, ко-

¹ Циклаури Елизавета Юрьевна – студент группы ЭЭб-01, факультет ПСиПМ

² Лаухин Филипп Михайлович – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

торый может использовать источники питания разного типа, в том числе и от аккумуляторной батареи. На испытаниях в условиях городского движения вагон 71-405-11 на аккумуляторах прошел 114 км полностью в автономном режиме. В щадящем режиме разряда (на 70 %) и в зимних условиях с полностью включенным отоплением установленная батарея может обеспечить пробег не менее 35 км. Причем с учетом номенклатуры доступных аккумуляторов и имеющегося на вагоне для них места, эти цифры не являются предельными.

Переход к концепции гибридного трамвая позволит не только снизить экономические затраты на эксплуатацию, но и кардинально изменить вид городской черты. Если взять во внимание, что такой трамвай может преодолевать больше 50 км в автономном режиме, то, по крайней мере, в исторической части города можно обойтись без контактной сети. Соответственно можно убрать опоры контактной сети, различные системы натяжения контактного провода, объекты энергоснабжения контактной сети. Все эти мероприятия не только улучшат внешний вид городских улиц и сделают их более свободными, но и позволят снизить затраты на обслуживание инфраструктуры энергоснабжения городского электрического транспорта и затраты коммунальных служб, за счёт демонтажа части такой инфраструктуры на участках, где возможно использовать автономное движение за счёт бортового источника [2].

Если проанализировать трамвайные маршруты города Самары, то можно выделить участки, где лучше оставить контактную сеть и участки, где есть возможность её убрать. В качестве примера на рис. они обозначены красным и зелёным цветом соответственно. Рекомендуется убрать контактную сеть и её опоры на крупных перекрестках, на центральных улицах и улицах исторического центра города.



Рис. Карта трамвайных маршрутов города Самара

Наиболее целесообразно оставить участки контактной сети на второстепенных улицах, вдоль парковых территорий, территорий промышленных предприятий, в местах стоянки подвижного состава, в местах, где заканчивается участок автономного хода. На этих участках будет возможна подзарядка от контактной сети во время движения. Кроме этого профиль пути имеет свои геодезические особенности, связанные с наличием двух рек Волга и Самара из-за чего вдоль города имеется возвышенность со значительными уклонами с противоположных сторон в направлении поймы реки. Участки пути расположенные на таких спусках можно использовать для электрического торможения с последующей зарядкой аккумуляторных батарей, тем самым тоже сократив протяженность контактных сетей.

Кроме функции автономного питания и рекуперации, предложенная гибридная концепция может использоваться для снижения нагрузки на контактную сеть в момент пуска двигателей, что способствует повышению энергоэффективности подвижного состава, а также снизить затраты на устранение повреждений токоприёмника, которые он получает из-за искрения на стыках и в сложных метеорологических условиях, когда контактный провод и токоприёмник покрываются слоем ледяной корки [3]. Кроме риска остановки подвижного состава, также возникают риски получить значительные повреждения накладок токоприём-

ника и контактного провода, вплоть до его обрыва, так как из-за ледяной корки ухудшается контакт и возникает электрическая дуга между накладками и контактным проводом [4].

Ключевым параметром при принятии решения перехода на гибридный трамвай является величина снижения потребления энергоресурсов транспортным предприятием, однако необходимо учитывать, что сама предлагаемая концепция имеет затраты по реализации, которые должны быть меньше, чем полученный эффект от ее реализации. При внедрении в перевозочный процесс новых видов подвижного состава существенным образом меняется структура системы технического содержания, и внедренные ранее ресурсосберегающие решения в ряде случаев уже будут неактуальны. Соответственно, при принятии решения о реализации концепции гибридного трамвая необходимо учитывать длительность жизненного цикла и его некоторые особенности, например, региональные, для которых предлагается внедрение этой концепции [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пути улучшения экологических показателей железных дорог // Железные дороги мира. 2020. № 1. С 56-60.
- 2 Лаухин, Ф. М. Анализ применения рекуператоров энергии на городском электрическом транспорте / Ф. М. Лаухин, Д. А. Чемоданов // Наука и образование транспорту. 2021. № 1. С. 56-58.
- 3 Салов В. С. Повышение качества токосъема трамвайного токоприёмника на стыках контактной сети // Дни студенческой науки : сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Самара: СамГУПС, 2021. С. 137-139.
- 4 Дрынкин Г. А. Изучение влияния метеоусловий на статистику неисправностей трамвайного токоприёмника // Дни студенческой науки : сборник материалов 47-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 14–30 апреля 2020 года. Самара: самГУПС, 2020. С. 111-113.
- 5 Андрончев И. К., Булатов А. А., Лаухин Ф. М. Влияние случайных факторов на эффективность ресурсосберегающих решений // Вестник транспорта Поволжья. 2017. № 1 (61). С. 24-27.

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГЭТ

Д. А. Чемоданов¹, Е. А. Лысак²

Актуальность темы исследования: Одной из главных целей развития транспорта является усиление базовых отраслей, увеличение объемов производства и постепенный переход к импортозамещению. Как показала практика зарубежных компаний, переход компаний на риск-ориентированный подход позволил им добиться больших успехов в сфере бизнеса, минимизировать значительные риски и обеспечить выполнение поставленных задач. Эти цели являются одними из основных для наших транспортных предприятий [1, 2, 3].

В чем заключается суть риск-ориентированного подхода:

Вплоть до введения риск-ориентированного подхода существовала модель контрольно-надзорной деятельности, которая подразумевала собой проверки за установленный период времени. Сама суть риск-ориентированного подхода заключается в том, что зонам с повышенным риском отдается наибольший приоритет, а в зонах наименьшего риска контроль снижен. Важной задачей риск-ориентированного подхода является оптимизация проверок.

Опасные риски на предприятиях ГЭТ

Риск ориентированный подход используется и при обеспечении работы сотрудников в безопасных условиях труда.

Разработанная Г.З. Файнбургом «Пирамида рисков» имеет основание – опасные и вредные производственный факторы, далее это риски воздействия и риски повреждения здоровья и пик пирамиды - профессиональные риски, т.е. риски утратить трудоспособность или жизнь из-за повреждения здоровья.

¹ Чемоданов Даниил Алексеевич – студент группы ПС-83, факультет ПС и ПМ

² Лысак Елена Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «ЭТ»

Метрополитен является технически сложным предприятием, в которое входят системы энергоснабжения с тяговыми и понизительными подстанциями, системы вентиляции и водоотведения, различные виды связи, системы обеспечения безопасности движения поездов, путевое и тоннельное хозяйство, хозяйство электроподвижного состава.

В ходе анализа работ работников метрополитена, например, машинистов электропоездов можно сделать вывод о том, что на данных работников воздействуют множество вредных и опасных факторов производства: вибрация, повышенный уровень шума, монотонность работы, повышенная яркость света в тоннелях. Данные работники больше всего подвержены проблемам со здоровьем. Машинист постоянно подвергается негативным воздействиям, что приводит к мышечной слабости, проблемам со слухом, а также к возможным проблемам кровообращения. Малоподвижный образ жизни может нарушить работу нервной системы [4, 5].

Можно выделить следующие категории риска и потенциальную опасность риска (табл.):

Таблица

Категории риска и потенциальная опасность риска

Класс объекта по потенциальному риску причинению вреда	Характеристика риска	Периодичность проверок
1 класс	Чрезвычайно высокий риск	Постоянно (не реже 1 раза в полгода)
2 класс	Высокий риск	Не реже 1 раза в 2 года, не чаще 1 раза в год
3 класс	Значительный риск	Не реже 1 раза в 3 года, не чаще 1 раза в год
4 класс	Средний риск	Не чаще 1 раза в 3 года
5 класс	Умеренный риск	Не чаще 1 раза в 5 лет
6 класс	Низкий риск	Освобождаются от планового контроля

Уменьшение потенциальных рисков работников метрополитена:

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, для уменьшения потенциальных рисков работников метрополитена необходимо проведение следующих мероприятий [6]:

- пересмотр и разработка актов по охране труда для различных уровней управления, в том числе и локальных нормативных актов;
- актуализация перечня инструкций по охране труда для работников метрополитена по профессиям и видам выполняемых работ;
- обучение по охране труда работников метрополитена с целью проведения профилактической работы по обеспечению безопасности труда;
- ужесточение контроля за соблюдением режимов труда и отдыха работников метрополитена, непосредственно связанных с - обеспечением безопасности движения поездов и обслуживанием пассажиров;
- проведение обязательных медицинских осмотров работников метрополитена с целью профилактики профессиональных заболеваний, своевременности выявления, анализа, учета и предупреждения инвалидности;
- обеспечение внедрения системы управления охраной труда и повышение качества проведения специальной оценки условий труда с целью приведения рабочих мест к требованиям норм охраны труда;
- планирование и внедрение современных технических средств, позволяющих вывести работников из опасных зон и направленных на предупреждение наездов подвижного состава на работающих;
- планирование мероприятий по предупреждению электротравматизма;
- обеспечение приведения санитарно-бытовых помещений к требованиям норм охраны труда и производственной санитарии;

- планирование мероприятий по приведению микроклиматических условий в соответствие с требованиями норм охраны труда;
- планирование мероприятий по приведению уровней шума и вибрации в соответствие с требованиями норм охраны труда;
- планирование мероприятий по приведению уровней освещенности в соответствие требованиями норм охраны труда;
- планирование мероприятий по снижению тяжести и напряженности трудового процесса;
- обеспечение работников сертифицированными средствами индивидуальной защиты, специальной одеждой, специальной обувью в соответствии с требованиями норм охраны труда;
- усиление работы по пропаганде вопросов охраны труда среди работников метрополитена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Применение риск-ориентированного подхода при осуществлении контрольно-надзорных функций Федеральной службы по надзору в сфере транспорта. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/58672404e5897f38d20be06de33c4570c75d2897/
- 2 Майоров В. И. Модернизация системы государственного контроля и надзора в современной России // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. 2016. № 4. С. 133-137.
- 3 Измеров Н. Ф., Денисов Э. И. Профессиональный риск для здоровья работников. М. : Тривант, 2003. 448 с.
- 4 Захаренко М. И., Палийчук С. П., Мартиросова В. Г. Условия труда машинистов электропоездов метрополитена, особенности изучения и оценки // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2005. № 2 (2). С. 56-59.
- 5 Управление безопасностью субъектов предпринимательства / В.В. Шматченко, П.А. Плеханов, В.Г. Иванов, В.В. Конюшков // Экономическое возрождение России. 2009. № 4. С. 25–28.
- 6 Самарская Н. А., Ильин С. М. Исследование условий труда и разработка предложений по регламентации требований безопасности при проведении работ в метрополитене: монография. М. : Первое экономическое издательство, 2020. 288 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Д. А. Чемоданов¹, А. М. Барковский²

Введение. На сегодняшний день цифровые технологии охватывают все аспекты нашей жизни, меняя целые отрасли и определяя характер изменения компании в лучшую сторону, стремящихся занять или сохранить лидирующие позиции на рынке. Теперь совершенно ясно, что на современном этапе побеждает тот, кто активнее использует технологии. Ведущей частью является формирование технологий в сторону цифрового проектирования, где конечный потребитель - производственные предприятия, с минимальными затратами времени произвести лучший в классе продукт на рынке в любой сфере деятельности. С помощью такой технологии как цифровой двойник, который позволяет обеспечить полное взаимодействие между двумя мирами, можно полностью спрогнозировать как поведет себя физический объект на практике, а также рассмотреть все возможные отклонения.

Основная часть. Суть цифровых двойников заключается в том, что благодаря данной технологии можно повысить результативность рассматриваемого объекта в цифровом виде. Имея малый объём информации, можно с легкостью воспроизвести главные аспекты рассматриваемого объекта. Данная технология получила широкое распространение во многих видах производства. На данный момент создано бесчисленное множество цифровых копий предприятий,

¹ Чемоданов Даниил Алексеевич – студент группы ЭЭБ-91, факультет ПСиПМ

² Барковский Алексей Михайлович – старший преподаватель кафедры «Электрический транспорт»

потому что сама технология доступна каждому и овладеть с ней сможет каждый. Наибольшая эффективность достигается путем создания виртуальной модели рассматриваемого объекта.

В железнодорожном транспорте процессы, связанные с эксплуатацией подвижного состава, зачастую носят случайный характер. Это связано не только с большим разбросом реализуемых значений эксплуатационных воздействий, но и с тем, что реальный подвижной состав используется в условиях, когда он окружен физическими объектами, свойства которых могут сильно меняться в течение времени. Это говорит о том, что часто могут возникать ситуации, которые не реализовывались на физическом объекте в прошлом. В связи с этим можно сделать вывод, что применение систем, основанных на методологии цифровых двойников, в железнодорожном транспорте более эффективно, чем систем, построенных на основе цифровых теней, так как применение обратной связи, реализованной в рамках цифрового двойника, которая подразумевает отправку управляющих сигналов на вагон, может позволить избежать многих аварийных ситуаций конкретной эксплуатируемой единицы, связанных с изломом как элементов тележки, так и несущих элементов кузова. В настоящее время существуют различные классификации цифровых двойников, связанные с их конкретной областью применения. В рамках задач железнодорожного транспорта наиболее применимыми являются две системы. Первая система была введена Майклом Гривсом и называется агрегатор цифрового двойника. Эта система представляет собой совокупность всей информации, собираемой от всех цифровых двойников конкретных физических объектов, в рамках одного множества, объединенного по некому признаку (модель, модификация, партия и т. д.). Согласно предлагаемой классификации в рамках этой системы выделяется прототип цифрового двойника.

Прототип цифрового двойника – описывает прототип физического объекта. Основан на иерархической последовательности цифровых моделей, которая позволяет прогнозировать поведение физического объекта в условиях эксплуатации. Содержит все данные, позволяющие приступить к производству изделия и все данные, используемые для производства физического объекта, информацию, поступающую от систем мониторинга, установленных на конкретном исследуемом объекте, и всю историю его эксплуатации с учетом истории замены различных узлов и агрегатов.

Вторая система возникла в рамках производственно-эксплуатационного подхода и называется цифровой двойник производственной системы. Представляет собой цифровую модель всей производственной или эксплуатационной системы. В рамках этой системы выделяются цифровой двойник изделия.

Цифровой двойник изделия – описывает конкретный физический объект. Цифровой двойник технологического процесса – соответствует конкретному физическому производственному или эксплуатационному процессу. Благодаря ему можно рассматривать различные сценарии и анализировать успешность их выполнения.

Рассмотрим применение цифровых двойников в проектировании подвижного состава городского электротранспорта. В рамках нашего обзора рассмотрим создание цифрового двойника прототипа подвижного состава городского электротранспорта (рисунок).



Рис. Процесс создания цифрового двойника подвижного состава

Сам процесс начинается с проектирования его цифровой модели в системе автоматизированного проектирования (CAD). Далее рассматриваемый объект заполняется требующейся информацией и передается на следующие этапы создания двойника. С помощью системы инженерного анализа (CAE) проектируются возможные факторы, которые могут повлиять на готовое изделие, а также его функционирование. Затем

осуществляется переход в модуль автоматизированной системы (САМ), где разрабатывается непосредственно само изделие с полученными данными. Цифровые двойники подвижного состава обеспечиваются системами накопления информации и в дальнейшем передается в систему цифрового проектирования, где сравнивается готовое от планового варианта. Чтобы это работало, для таких испытаний надо вводить средства сбора информации, такие как цифровой паспорт или формуляры изделий, и наполнять его качественными данными.

Заключение. Подводя итог всего вышесказанному, хочется отметить, что применение данной технологии может позволить проанализировать работу подвижного состава городского электротранспорта. Достоинство данной технологии заключается в повышении эксплуатации транспорта, где цифровые двойники могут предсказать возможные поломки, а также повысить эффективность оценки технического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Биктимиров В. Р., Рашупкина А. А. Современные методики управления качеством. Цифровой двойник // Современные научные исследования и разработки. 2018. № 8 (25) С. 34-36.
- 2 Большая российская энциклопедия: [в 35 т.]. Т. 27 / гл. ред. Ю. С. Осипов. М.: Большая российская энциклопедия, 2015. С. 585–586.
- 3 Боровков А. И., Рябов Ю. А. Определение, разработка и применение цифровых двойников: подход Центра компетенций НТИ СПбПУ // Цифровая подстанция. 2019. № 12. С. 20–25.
- 4 Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М. : ООО «АльянсПринт», 2020. 401 с.
- 5 Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Экспертно-аналитический доклад [Электронный ресурс]. URL: <https://technet-nti.ru/article/ekspertno-analiticheskij-doklad-cifrovye-dvojniki-v-vysokotehnologichnoj-promyshlennosti> (дата обращения: 28.03.2022)

СВОДОРАЗРУШИТЕЛЬ ДЛЯ РАЗГРУЗКИ И ОЧИСТКИ БУНКЕРНЫХ УСТРОЙСТВ

И. А. Панкратовский¹, А. Г. Жданов², В. А. Кожевников³

Введение. На железнодорожном транспорте и на прирельсовых складах широко используются устройства бункерного типа, предназначенные для хранения и перевозки сыпучих материалов, как строительного (гипс, мел, цемент и др.), так и сельскохозяйственного назначения (мука, комбикорм, минеральные удобрения и др.) назначения.

При длительном хранении, а также перевозке, вышеперечисленные материалы могут слеживаться, самосортироваться, уплотняться и др. что вызывает образование кускового сырья, сводов и др., которые затрудняют разгрузку бункерных устройств.

Причины возникновения сводообразования обусловлены как конструктивными особенностями самих хранилищ, вагонов, так и физико-механическими свойствами хранимых грузов, что приводит к их порче и простоям транспортных средств под погрузочно-разгрузочными операциями [1, 2].

В бункерах, находящихся в эксплуатации промышленного предприятия много лет, для стимуляции истечения слежавшихся грузов, приходится использовать малоэффективные способы - ручная шуровка и нанесение ударных воздействий по стенкам бункера. Первый способ отличается большой трудоемкостью и сопровождается нарушениями техники безопасности, второй – остаточными деформациями стенок, которые в свою очередь приводят к интенсификации сводообразования, снижению прочности и уменьшению срока службы емкости [3].

Очень часто одними из средств для предотвращения образования сводов является регулируемая перекачка грузов из силоса в силос. Однако она требует больших затрат энергии, создания дополнительных объемов хранения, приводит к преждевременному износу оборудо-

¹ Панкратовский Игорь Алексеевич – студент группы НТТС-81 факультета ПСиПМ

² Жданов Андрей Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры НТТС

³ Кожевников Вадим Александрович – к.т.н., доцент кафедры НТТС

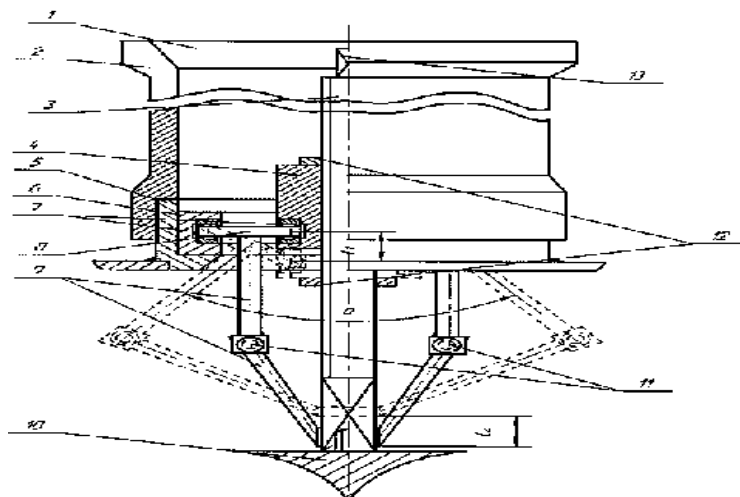
вания. Значительная часть аккумулирующих емкостей бункерного типа могут быть оснащены большим количеством разнообразных по конструкции устройств для предотвращения сводообразований, трубообразований, различного рода зависаний, отложений на стенках и других негативных явлений [1, 2, 3].

На кафедре «Наземные транспортно-технологические средства» СамГУПС предложено устройство, позволяющее интенсифицировать процесс разгрузки и очистки бункерных устройств от слежавшихся материалов.

На рисунке представлена схема устройства, для разрушения сводов и перемычек из слежавшегося сыпучего материала. Цель изобретения - увеличение сферы очистки и повышение надежности устройства [4].

Работа сводоразрушителя-очистителя осуществляется в следующей последовательности.

В стенках бункера или контейнера, преимущественно в труднодоступных внутренних зонах, где наиболее вероятно или известно слеживание хранимого сыпучего материала и образование им сводов, предварительно сверлятся отверстия. В эти отверстия после снятия с них заглушек, в случае образования сводов и необходимости очистки стенок от слоя налипшего материала вводится корпус сводоразрушителя-очистителя. При помощи приводного механизма 1, осуществляется вращение полого вала 3, на котором посредством звеньев 9 закреплен рабочий орган 10, взаимодействующий с материалом, находящимся в бункере. Звенья рабочего органа 9 через сферические подшипники скольжения 7, перемещаются вниз на величину L_1 до ограничителя 12, тем самым поднимая звенья рабочего органа по валу 3 на величину L_2 , причем $L_1=L_2$, образуя между верхними звеньями 9 угол α не более 60° [4].



1 - приводной механизм; 2 - патрубок направляющий; 3 - вал полый приводной; 4 - втулка ходовая; 5 - патрубок переходной; 6 - кольцо; 7 - подшипники скольжения сферические; 8 - ролики поперечные; 9 - рабочий орган звеньев; 10 - орган рабочий; 11 - шарниры; 12 - ограничители

Рис. Сводоразрушитель-очиститель

Осуществляется рыхление материала в бункере до полного разрушения сводообразования в бункерном устройстве. После разрушения, возврат звеньев рабочего органа 9 в исходное положение происходит реверсированием приводного механизма. Далее сводоразрушитель-очиститель отсоединяет от бункерного устройства, и устанавливают технологическую заглушку [4].

Предлагаемый сводоразрушитель-очиститель достаточно прост по конструкции и в изготовлении, чрезвычайно эффективен и удобен при использовании в различных областях хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Денисов В. В., Кожевников В. А., Жданов А. Г. Новый класс устройств для эффективной разгрузки и внутренней очистки бункеров // Техника и технологии современных производств. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский дом знаний, 2015. С.33-36.

- 2 Кожевников В. А., Жданов А. Г., Астраханский А. Ю. Классификация сводообрушающих средств механизации выгрузки трудноразгрузных грузов // Мехатроника, автоматика и робототехника: материалы международной научно-практической конференции. 2020. № 5. С. 56-58.
- 3 Жданов А. Г., Колыванов А. В. Устройство для повышения эффективности выгрузки подвижного состава бункерного типа // «Дни студенческой науки»: сборник материалов XLV научной конференции обучающихся СамГУПС. Выпуск 19. Самара: СамГУПС, 2018. С. 64-66.
- 4 Сводоразрушитель-очиститель: патент № 200331 на полезную модель РФ МКИ⁷ В08В 9/08, В65D 88/68/ А. Г. Жданов [и др.], заявл. 11.11.2019, опубл. 16.10.202, бюл. № 29.

КОМПОЗИТНЫЕ ШПАЛЫ

А. Р. Коновалова¹, Д. И. Понамаренко²

Введение. Одной из наиболее опасных экологических угроз для нашей планеты является захламление ее пластмассовыми отходами. Универсальным решением этой проблемы служит организация производств по переработке вторичного сырья. Для железнодорожной сферы в России – это очень актуально, так как наша страна состоит в пятерке мировых рекордсменов, имеющих самую протяженную сеть железных дорог.

Основная часть. Верхнее строение пути включает в себя такой элемент, как шпалы, которые служат опорами, принимающими на себя нагрузку от рельсов и равномерно распределяющими ее на большую площадь. Основными материалами, из которых изготавливают шпалы, являются дерево и железобетон. Древесину обычно предпочитают, потому что она может выдерживать климатические изменения, и деревянные шпалы относительно легко устанавливать и заменять, но они очень подвержены гниению, уязвимы к воздействию грибов и насекомых. Срок службы таких шпал составляет в среднем 15 лет. Его можно продлить за счет использования различных консервантов, но они создают потенциальную опасность для окружающей среды как при использовании, так и при утилизации. Железобетонные шпалы имеют повышенную электропроводность, чувствительность к ударам, восприимчивость к перепадам температур, а главное – сложность монтажа. Все эти недостатки так или иначе затормаживают процесс эксплуатации и требуют больших затрат на обслуживание.

Отличной альтернативой деревянным и железобетонным шпалам предлагаются композитные. Они полностью перекроют все ранее перечисленные недостатки традиционных шпал, а главное – станут востребованным материалом, для изготовления которого будет использоваться переработанная пластмасса.

- срок службы композитных шпал до 50 лет;
- повышенная стойкостью к климатическим изменениям, солнечному излучению, микроорганизмам и насекомым;
- высокое удельное электрическое сопротивление;
- экологически безопасны;
- возможность повторной переработки и использования;
- не требуют новых технологий и оборудования по замене и монтажу.



Рис. 1. Трёхмерная модель для расчёта на прочность композитных шпал

¹ Коновалова Анита Руслановна – студент группы НТТС-91 факультет ПСиПМ

² Понамаренко Денис Иванович – старший преподаватель кафедры НТТС

Для изготовления композитных шпал можно применять различные технологии производства, в основе которых будет лежать обработка заранее подготовленной смеси переработанного вторичного сырья, асфальтового компонента и армирующего материала. Пригодный для использования пластмассовый компонент можно выбирать из широкого ассортимента:

- 1) - полиэтилентерефталат (PET);
- 2) - полиэтилен высокой плотности (HDPE);
- 3) - поливинилхлорид (PVC);
- 4) - полиэтилен низкой плотности (LDPE);
- 5) - полипропилен (PP);
- 6) - полистирол (PS);
- 7) – другие.

Полимерные шпалы могут изготавливаться с рисунком или рифлением на их поверхностях для обеспечения устойчивости от бокового перемещения в балласте. Чтобы проверить, отвечают ли полимерные композиционные шпалы требованиям достаточной прочности, было проведено испытание в системе автоматизированного проектирования SolidWorks. Геометрические параметры композитной шпалы были выбраны те же, что и для деревянной по типу I (рисунок 2).

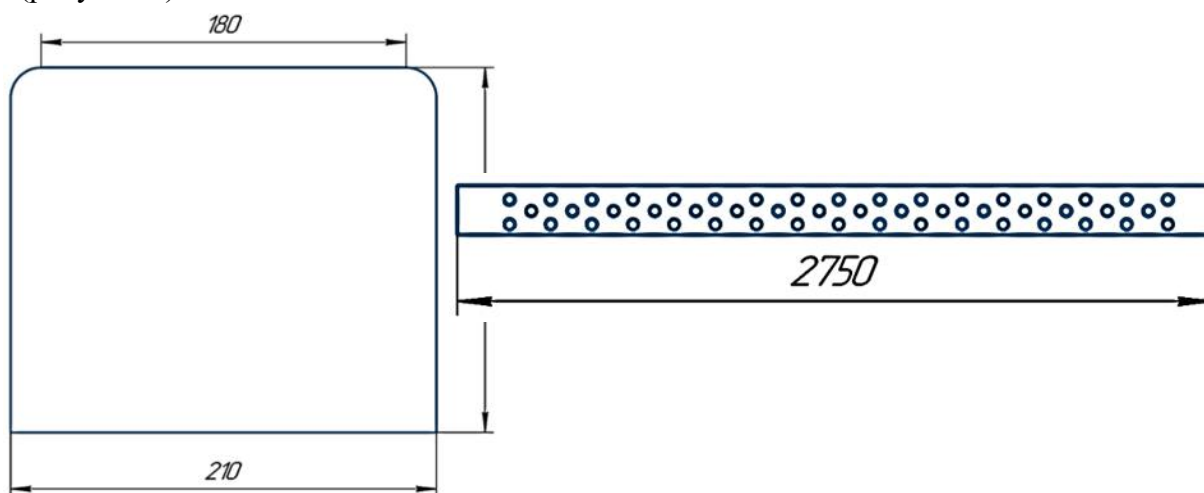


Рис. 2. Геометрические параметры композитной шпалы

В связи с невозможностью определения точных механических характеристик материала шпалы было принято решение найти средние значения между компонентами, входящих в композит, и указать их. После этого в Simulation SolidWorks было проведено исследование: наложены нагрузки, действующие на рельсы, которые симулируют вес поезда в статичном положении. Каждую шпалу, отобранную для испытания на возникающие напряжения, испытывают последовательно в обоих подрельсовых сечениях по схеме, показанной на рисунке 3.

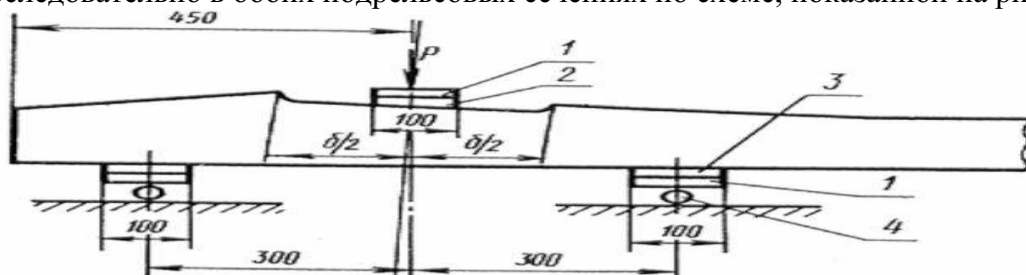


Рис. 3. Схема испытания шпалы на возникающие напряжения в подрельсовом сечении

Заключение. Результаты исследования показали, что композитные шпалы выдерживают напряжения, передаваемые колесными парами на рельсы, а это доказывает их эффективность (рисунок 4).

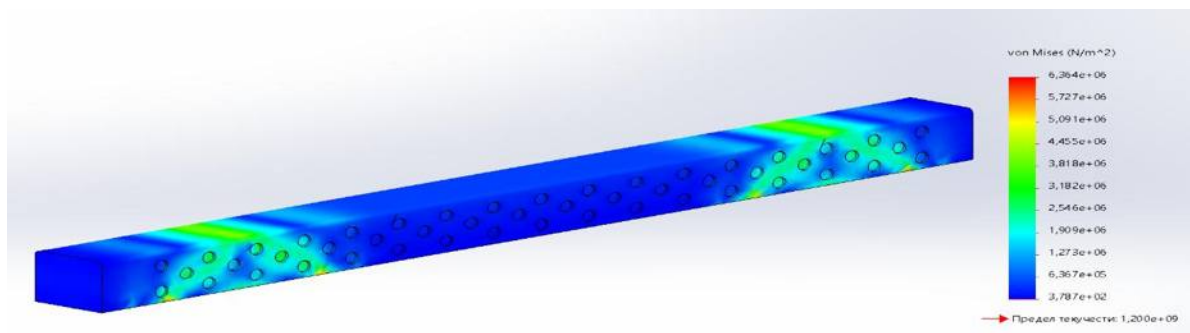


Рис. 4. Диаграмма распределения напряжений

Следует отметить, что композитные шпалы предполагают снижение шума и вибрации, вследствие чего уменьшатся разрушения железнодорожного полотна, минимизируется текущее обслуживание и сократится количество ремонтов. Таким образом, композитные шпалы являются достойными претендентами на замену укоренившимся деревянным и железобетонным, учитывая все приведенные выше достоинства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Абрамсон Б., Инглис Д. Р. Композиция и способ для производства железнодорожных шпал: патент RU 2540641C2, опубл. 10.02.2015. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2540641C2/ru>
- 2 ГОСТ 21174-75. Шпалы железобетонные предварительно напряженные для трамвайных путей широкой колеи. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901705006>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНОЙ ПОЗИЦИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВНЕПЛАНОВЫХ РЕМОНТОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ-236

В. В. Куликов¹, А. А. Свечников²

Введение. В ходе работы проведен анализ данных про проведению текущих и капитальных ремонтов путевой железнодорожностроительной техники на полигоне Куйбышевской железной дороги. Результаты анализа показывают, что наиболее эффективным способом организации эксплуатации, поддержки высокой степени технической готовности железнодорожностроительных машин является система, когда капитальный ремонт, характеризующийся большим объемом работ, проводится на специализированных предприятиях с высоким уровнем материальной оснащённостью, а текущий ремонт проводится в формате технического обслуживания с частичной заменой критических элементов, таких как форсунки, топливные насосы, водяные насосы.

Авторами статьи предлагается вариант конструкции станда-кантователя для осуществления капитального ремонта V-образного двигателя внутреннего сгорания ЯМЗ-236. Данным типом двигателя оборудовано большинство путевых железнодорожно-строительных комплексов.

Основная часть. В проекте рассматривались потребности в модернизации оборудования специализированного ремонтного предприятия. Одним из элементов специализации предприятия является ремонт силовых установок типа ЯМЗ-239. В ходе анализа существующей технологической оснащённости предприятия выявлены следующие особенности осуществления ремонта двигателей.

1. Сборка (разборка) двигателя в основном осуществляется ремонтными бригадами в 80 % операций вручную, а в 20 % операций с применением специального механизированного инструмента – пневматических гайковертов.

2. Роботизированные ремонтные процессы в технологической цепочке отсутствуют.

¹ Куликов Виктор Витальевич – студент группы НТТС-71, факультет ПСиПМ

² Свечников Андрей Александрович – заведующий кафедрой НТТС, к.т.н., доцент

3. Двигатель устанавливается на стационарные ремонтные позиции без возможности вращения относительно каких-либо осей.

Для устранения выявленных недостатков предлагается модернизировать стенд путем добавления свободы перемещения (вращения) двигателя относительно своих центров инерции. Но при этом предлагается оставить приводы ручными, чтобы не увеличивать штат ремонтных работников занятых на предприятии.

Стенд предлагаемой конструкции представлен на рисунке.

Стенд состоит из основания 1, на которое устанавливаются две вертикальные стойки - левая 2 и правая 3. Основание может служить фундаментная плита цеха, где установлена ремонтная позиция для двигателя внутреннего сгорания ЯМЗ-236. Вертикальные стойки представляют собой профильные сварные конструкции.

В верхней части стоек во втулках устанавливаются поворотные балки - левая 4 и правая 5. Поворотные балки осуществляют непосредственное крепление ДВС на стенде-кантователе, а также осуществляют разворот (покачивание) двигателя относительно горизонтальной оси. Это необходимо для осуществления технологических операций разборки в труднодоступных местах.

В пазах поворотных балок устанавливаются пластины опорные 7 с винтами 9 и гайками 10. К фланцу левой стойки шпильками 12 и гайками 13 крепится редуктор 19 с рукояткой 8. Через редуктор, с помощью рукоятки осуществляется вращение ремонтируемого двигателя в установленной позиции. Для осуществления плавного перемещения (поворота) двигателя выбран ручной привод, т.е. вращение рукоятки осуществляется работником, занятом на позиции сборки (разборки) двигателя. Такой выбор обусловлен экономической целесообразностью для рассматриваемого в проекте предприятия.

Подлежащий ремонту двигатель устанавливается между поворотными балками 4 и 5 на опорные пластины 7 и крепится винтами 9 в технологические отверстия на блоке. Гайки 10 предназначены для закрепления пластин 7 в пазах поворотных балок. В случае необходимости двигатель при ремонте можно повернуть на 360° . Поворот двигателя осуществляется через червячный редуктор 19 вращением рукоятки 8.

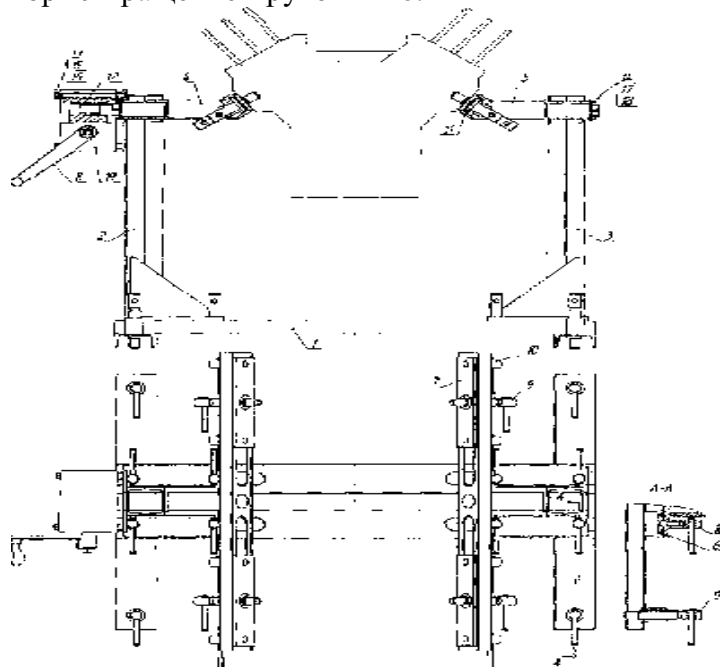


Рис. Стенд-кантователь для ремонта двигателя ЯМЗ-236

Горизонтальность стенда регулируется вращением винтов 9 в углах основания 1. Расстояние между стойками 2 и 3 можно изменять перемещением стоек в пазах продольных балок основания. Фиксация стоек осуществляется гайками 10. Расстояние между винтами 9 поворотных балок можно изменять перемещением опорных пластин 7 в пазах балок.

Заключение. Предложенный вариант стенда-кантователя для осуществления ремонта двигателя ЯМЗ-239 позволяет снизить трудоемкость сборочно-разборочных операций путем осуществления доступа к труднодоступным местам двигателя. Доступ осуществляется путем добавления степеней свободы, относительно которых можно осуществлять перемещение (вращение) двигателя на ремонтной позиции. В ходе модернизации также учтен уровень текущей готовности предприятия, поэтому приводы исполнительных органов для осуществления вращения выполнены механическими. Перемещения осуществляет персонал, непосредственно задействованный на сборке (разборке) двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/sait_WB.pdf (дата обращения: 13.04.2020).
- 2 Жданов А. Г., Свечников А. А., Кожевников В. А. Основы триботехники наземных транспортно-технологических средств: учебное пособие. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2022. 160 с.
- 3 Кулаков Д. О., Свечников А. А. Проблемы эксплуатации грузоподъемных машин // Наука и образование транспорту. 2020. № 2. С. 126-127.
- 4 Свечников А. А., Асабин В. В. Имитация силового контакта в высшей кинематической паре, реализованного в среде SolidWorks // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4 (46). С. 27-32.
- 5 Носырев Д. Я., Свечников А. А. Система диагностирования технического состояния турбокомпрессора тепловозного дизеля // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса. материалы V Всероссийской научно-практической конференции. 2009. С. 87-90.

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ БОКОВОЙ КАЧКИ ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ КРИВЫХ

А. С. Малышева¹, Л. М. Абдуллин², Ю. К. Мустафаев³

Введение. Безопасность движения поездов является одним из основных условий перевозок грузов. Задачи повышения безопасности перевозок и снижение динамического воздействия на путь отмечены как одни из приоритетных в Стратегии развития холдинга ОАО РЖД. Таким образом, грузы, возможно изначально неопасные, могут стать причиной перехода движения поезда в опасное состояние (дестабилизирующий фактор).

Например, при перевозке жидких грузов в цистерне возможно возникновение колебаний жидкости при частичном заполнении котла цистерны, и при прохождении ей кривых участков малого радиуса повышается возможность схода колесных пар с рельсов, что повлечет за собой большое количество аварий разного рода. Перевозимую жидкость принципиально невозможно закрепить при перевозке, а наличие свободной поверхности создает условия для потенциальных колебаний, что существенно оказывает неблагоприятное воздействие на безопасность перевозки груза. Целью данной работы является найти зависимость максимальной безопасной скорости движения вагона от недолива котла, а также от возвышения наружного рельса.

В работе были использованы следующие методы: анализ научно-методической литературы, методы математического моделирования колебания механических систем, исследование устойчивости движения вагона-цистерны, графические методы, для визуализации результатов решения была использована программа MathCAD.

Основная часть. Вагон-цистерна – один из видов подвижного состава железных дорог, предназначенный для перевозки жидких грузов, таких как: нефть и продукты её переработки, кислоты, щёлочи, сжиженные газы - пропан-бутан, кислород и другие. Конструкция вагона-цистерны представляет собой: котел, ходовая часть, рамы (у рамных цистерн). Котел состоит из цилиндрической части и двух сферических или эллиптических днищ. Цилиндрическая горизонтальная часть кузова представляет собой сварную конструкцию из нескольких металлических листов. Для заливки груза вверху предусмотрена горловина-колпак с люком, для слива в днище предусмотрен универсальный сливной прибор и наклонный прогиб для полного слива. Некоторые типы цистерн могут иметь несколько секций внутренней ёмкости, а внутренняя поверхность может покрываться защитным антикоррозионным покрытием.

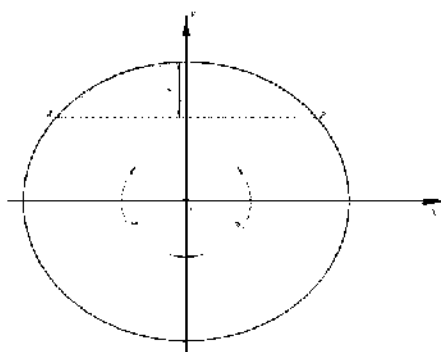


Рис. 1. Определение положения центра масс сегмента

Существует три основных случая колебаний жидкости в котле:

1. В первом случае равнодействующая сил тяжести направлена наружу кривой, т. е. угол подуклонки не компенсирует центробежные силы. Тем самым возникает воз-

¹ Малышева Анастасия Сергеевна – студент группы НТТС-01 факультета ПСиПМ

² Абдуллин Линар Маратович – студент группы ПСЖД-91 факультета ПСиПМ

³ Мустафаев Юрий Кямалович – к.т.н., старший преподаватель кафедры НТТС

можность опрокидывания наружу кривой при отклонении маятника на максимальный угол φ .

2. Второй случай возникает, когда равнодействующая сил инерции направлена внутрь кривой, но максимальное отклонение маятника превышает угол подуклонки.
3. Третий случай возможен при малой скорости в пути с большой подуклонкой. Таким образом, возникает вероятность опрокидывания цистерны внутрь кривой.

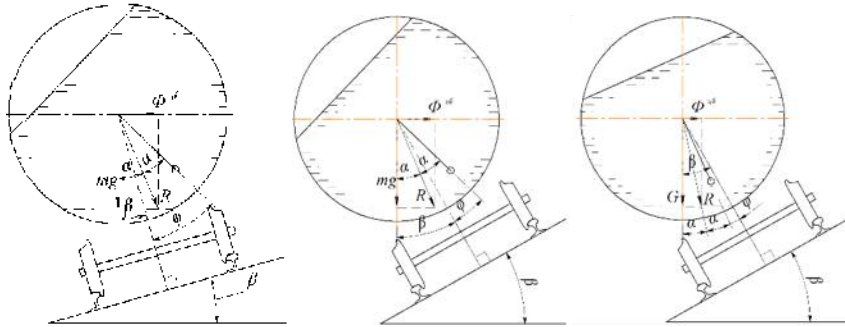


Рис. 2. Схема действующих сил для случая 1 2 и 3

В данной работе нами был рассмотрен только один случай – первый, так как с точки зрения возможности возникновения наиболее опасных колебаний он является наиболее показательным. Для него была составлена расчётная схема (рис.3).

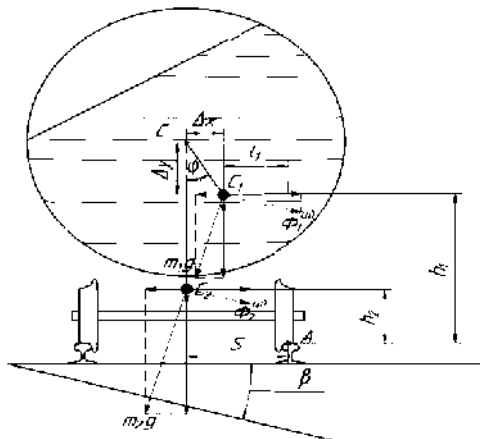


Рис. 3. Расчетная схема для случая 1

Следует отметить, что для остальных случаев оценка снижения устойчивости в данном исследовании не проводилась. В расчетной схеме система координат повернута таким образом, что ось Ox параллельна головкам рельсов, а ось Oy направлена перпендикулярно пути. Для оценки устойчивости от опрокидывания было составлено уравнение кинетостатического равновесия в виде суммы моментов всех действующих сил относительно точки A , т. е. рассмотрено опрокидывание наружу от кривой:

$$\sum M_A = m_1 \lambda \left(g \sin \beta - \frac{v^2 \cos \beta}{R} \right) \left(h_1 - h \cos \left(2 \tan^{-1} \left(\frac{v^2}{gR} \right) - \beta \right) \right) + m_1 \lambda \left(g \cos \beta + \frac{v^2 \sin \beta}{R} \right) \left(S - h \sin \left(2 \tan^{-1} \left(\frac{v^2}{gR} \right) - \beta \right) \right) + h_2 m_2 \left(g \sin \beta - \frac{v^2 \cos \beta}{R} \right) + m_2 S \left(g \cos \beta + \frac{v^2 \sin \beta}{R} \right) = 0$$

Из данного уравнения была выведена формула скорости:

$$v = \sqrt{\frac{gRh_1 m_1 \lambda \sin \beta + h_2 m_2 \sin \beta + m_1 S \lambda \cos \beta + m_2 S \cos \beta}{hm_1 \lambda + h_1 m_1 \lambda \cos \beta + h_2 m_2 \cos \beta - m_1 S \lambda \sin \beta - m_2 S \sin \beta}}$$

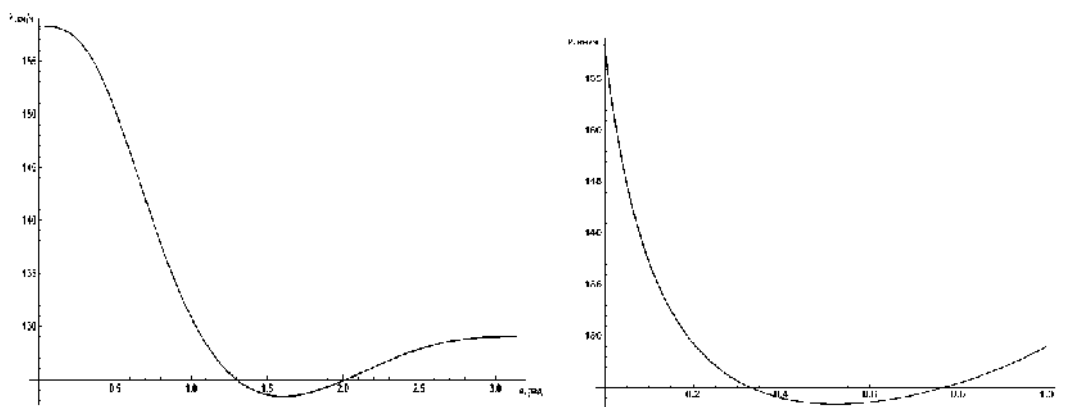


Рис.4. Графики зависимости критической скорости от α и от коэффициента заполнения цистерны соответственно

Заключение. Проанализировав результаты проведённого исследования с учетом массы жидкости, мы получили довольно большую разницу отношений скоростей при повышении высоты недолива цистерны. В перспективе, учитывая дополнительный параметр в виде прогиба рессорного подвешивания вагона-цистерны, мы сможем уточнить наши расчеты, т.к. при учете данного фактора центр масс вагона будет смещен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/sait_WB.pdf (дата обращения: 13.04.2020).
- 2 Мустафаев Ю. К., Мазанов А. С. Разработка математической модели и исследование различных форм боковых колебаний кузова грузового вагона // Наука и образование транспорту. 2017. № 2. С. 162-165.
- 3 Писарева Д. Е. Оценка устойчивости вагона от опрокидывания к кривой при частичном заполнении котла цистерны // Дни студенческой науки. Сб. материалов XLV научной конференции обучающихся СамГУПС. Вып. 19. С.60-61.
- 4 Рожкова Е. А., Астафьева А. Н., Баранова Т. А. Анализ устойчивости вагона от опрокидывания при движении в кривых участках пути различного радиуса // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. 2020. № 2(8). URL: <http://mnv.irgups.ru/toma/28-20>
- 5 Николаенко Н. А. Вероятностные методы динамического расчета машиностроительных конструкций. М.: Машиностроение, 1967. 366 с.
- 6 Долматов А. А. [и др.] Особенности динамики вагонов при высоких скоростях движения // Труды ВНИИЖТ, вып. 342. М.: Транспорт, 1978. С.1-159.
- 7 Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) // ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1993. 260 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ДПМ

О. А. Соловьева¹, А. А. Свечников²

Введение. Концепция бережливого производства предполагает исследование производственных процессов технологических операций. Если рассматривать производственные процессы с точки зрения создания ценности или создания добавленной стоимости, то можно четко разграничиться процессы, направленные на качественные или количественные характеристики изделия и не производительные процессы. К производственным процессам участвующим в цепочках создания ценностей можно отнести все технологические операции, такие как сверление, фрезерование, дефектоскопирование. К непроизводительным процессам относятся процессы хранения и перемещения.

¹ Соловьева Оксана Александровна – студент группы НТТС-71, факультет ПСиПМ

² Свечников Андрей Александрович – заведующий кафедрой НТТС, к.т.н., доцент

Естественным образом для оптимизации технологического процесса изготовления детали нужно сокращать непроизводительные процессы.

В приведенной работе ставилась задача исследовать процесс ремонта и испытания гидроцилиндров на предприятиях по ремонту путевых машин Куйбышевской ДПМ.

Основная часть. В ходе исследования был проанализирован процесс ремонта и испытания гидроцилиндров в условиях производства. Средствами хронометража были определены временные затраты на выполнения технологических операций.

По итогам проведенного хронометража была составлена карта потока создания ценности ремонта и испытания гидроцилиндра. В верхней части приведены технологические операции необходимые для осуществления полного цикла ремонта гидроцилиндров. В нижней части указаны трудозатраты в минутах.

Полученная карта потока создания ценности позволяет оценить возможности сокращения непроизводительных затрат используя визуальное представление процесса ремонта гидроцилиндров. Так, четко можно определить, что операциями создающими ценность является дефектация и ремонт и сборка гидроцилиндров. В остальных технологических операциях нужно искать возможности для сокращения затрат времени.

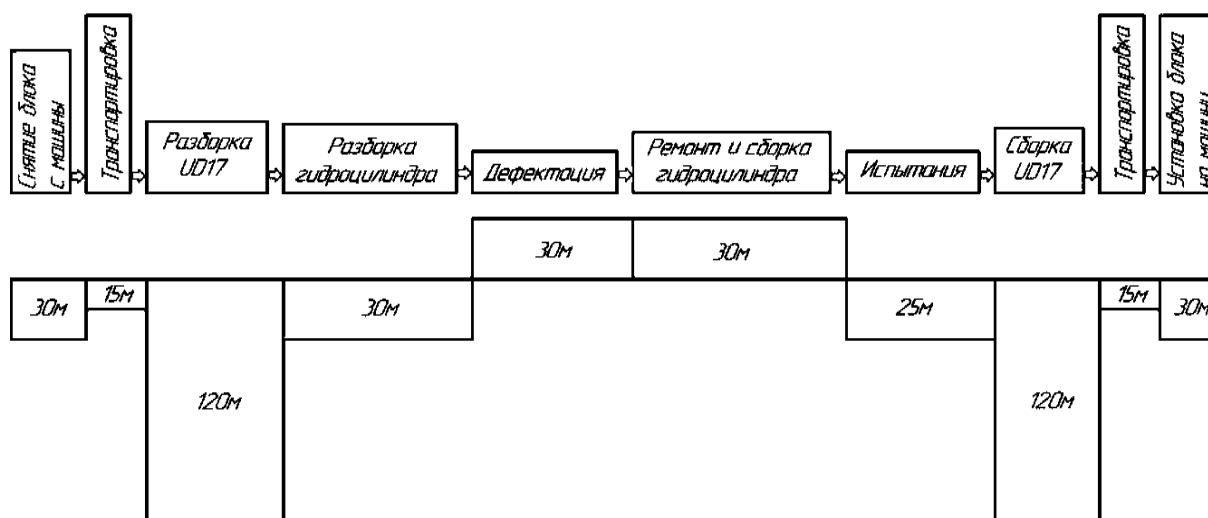


Рис. Карта потока создания ценности

Рассмотрим подробнее технологию ремонта гидроцилиндров. После того, как машина поступила в ремонт необходимо демонтировать подбивочный блок UD17, на это уходит 30 минут. После подбивочный блок транспортируют к ремонтному участку и закрепляют на кантователе подбивочных блоков 15 минут. Производят разборку блока согласно технической документации 2 часа. После разбирают гидроцилиндр с использованием стенда 30 минут. Затем необходимо транспортировать гидроцилиндр до участка, где проводят дефектацию, инспектировать гидроцилиндр на наличие дефектов и перевезти гидроцилиндр обратно 30 минут. После производят замену манжет, колец, деталей с дефектами и собирают гидроцилиндр 30 минут. Затем необходимо протестировать гидроцилиндр на стенде 25 минут. Далее собирают подбивочный блок 2 часа. Транспортируют его к машине 30 минут. Устанавливают подбивочный блок 30 минут.

Информация по производственному процессу указана в таблице.

Производственный процесс по созданию ценности

Название производственного процесса	Время цикла операций, приносящих ценность	Время цикла операций, не приносящих ценность
Снятие блока с машины		30 минут
Транспортировка		15 минут
Разборка UD17		2 часа
Разборка гидроцилиндра		30 минут
Дефектация	30 минут	
Ремонт и сборка гидроцилиндра	30 минут	
Испытания		25 минут
Сборка UD17		2 часа
Транспортировка		15 минут
Установка блока на машину		30 минут

По полученной карте можно определить эффективность текущего процесса ремонта гидроцилиндров. Эффективность определяется как отношение операций создающих ценность к суммарным трудозатратам:

$$\mathcal{E}_п = \frac{T_{с.ц}}{T_{об.прод.ц}}, \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_п = \frac{60}{340} = 0,17.$$

Полученная эффективность в конечном итоге показывает ценность технологических операций для потребителя. Для увеличения ценности в проекте применена система 5S. Следует отметить, что принципы организации рабочего места применены ко всем технологическим операциям. Но если производственные операции дефектовки, ремонта и сборки гидроцилиндра уменьшились только на 10 минут суммарно, то непроизводительные операции уменьшились значительно. В итоге эффективность производственного процесса для потребителя составит:

$$\mathcal{E}_п = \frac{50}{200} = 0,25.$$

Заключение. В ходе выполнения исследования на конкретном примере было показано эффективность концепции бережливого производства, когда без изменения технологии производства мы можем значительно снизить производственные затраты. При этом стоит отметить, что концепция применения бережливого производства должна носить системный характер. Все работники задействованные в производственных цепочках должны быть вовлечены и заинтересованы в процесс создания ценности продукта. Только в этом случае концепция бережливого производства будет производить существенный эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/sait_WB.pdf (дата обращения: 13.04.2020).
- 2 Свечников А. А. Совершенствование технологии контроля технического состояния агрегатов наддува тепловозного дизеля после ремонта: дис. ... канд. техн. наук. Сам. гос. ун-т путей сообщения. Самара, 2010. 159 с.
- 3 Назаров Д.В., Свечников А.А. Разработка технологии ремонта подбивочного блока машины «Дуоматик» // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли. Материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины». 2019. С. 74-76.
- 4 Носырев Д. Я., Ильинский С. А., Свечников А. А. Система измерения параметров работы турбокомпрессора и приводного центробежного нагнетателя на стенде // Наука и образование транспорту. Материалы Международной научно-практической конференции. 2009. С. 125-126.
- 5 Носырев Д. Я., Свечников А. А. Система диагностирования технического состояния турбокомпрессора тепловозного дизеля // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. 2009. С. 87-90.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ БАЛЛАСТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

А. А. Харчистова¹, А. А. Свечников²

Введение. Основной задачей транспортных магистралей является повышение скорости движения подвижного состава. Данная задача является комплексной и непосредственное отношение к ней имеет качество железнодорожного полотна. От качества железнодорожного полотна зависят динамические нагрузки, приходящиеся на узлы и агрегаты подвижного состава. От величин неровностей пути будет зависеть динамическая составляющая реакций, воспринимаемых подвижным составом.

В данном проекте предлагается подход по модернизации и совершенствования конструкции железнодорожностроительных машин для ремонта и содержания пути. Модернизация предполагает внедрения цифровых систем управления технологическими операциями. Предметом данной работы является технологическая операция вырезка и очистка балласта с помощью щебнеочистительной машины.

Основная часть. В настоящее время контроль параметров вырезки балласта осуществляется в основном относительными методами измерения. Основными параметрами вырезки балласта является глубина вырезки и поперечный уклон вырезки. Данные параметры устанавливаются на основе положения баровой цепи, которая в свою очередь принимает свое положение относительно головки рельса. Такой подход широко распространяем в силу его простоты, но имеет принципиальные недостатки.

Существенным недостатком является то, что головка рельса не может служить абсолютным ориентиром, т.к. её положение может сильно отличаться от проектного положения, ввиду естественных процессов изнашивания и деформирования железнодорожного пути. В связи с этим такой подход позволяет сглаживать неровности, но не может в достаточной степени точно обеспечить проектное положение железнодорожного пути.

Для обеспечения необходимой точности вырезки балласта используются специальные геодезические методы, предполагающие использование лазерных построителей плоскости, нивелиров и шаблонов. Но данные геодезические работы обладают большой трудоемкостью и не всегда реализуемы в условиях ограниченного времени «окна». Работы по вырезке и очистке балласта ведется непрерывно на протяжении всего времени закрытия перегона. Таким образом, геодезический контроль за параметрами вырезки балласта может осуществляться только выборочно на самых ответственных участках ремонтируемого пути.

Для решения этих проблем авторами прилагается установка специальной системы контроля (нивелирования) на штатные исполнительные органы машины ЦОМ (рис.).

Основу системы управления глубиной вырезки составят две антенны использующих одну из имеющихся глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Антенны предлагается устанавливать на ту часть корпуса щебнеочистительной машины, которая содержит в себе щебневыгребное устройство. Следовательно, имея данные о точном позиционировании выгребного устройства в пространстве (относительно глобальной системы координат) можно сформировать систему управления глубиной вырезки и поперечным углом наклона вырезки.

Система управления положением вырезка должна содержать датчики контроля углового положения рабочих органов щебнеочистительной машины. В данном случае для упрощения конструкции можно сконструировать гидростатическую систему контроля превышения заглубления плуга одной стороны над другой.

Управляющая связь между антеннами позиционирования и исполнительным органом машины – выгребным устройством осуществляется кинематическим способом путем наличия тросов-хорд и возвратно-пружинного механизма. Данная система позволяет без наличия

¹ Харчистова Анна Алексеевна – студент группы НТТС-71, факультет ПСиПМ

² Свечников Андрей Александрович – заведующий кафедрой НТТС, к.т.н., доцент

сложной информационной системы управления осуществить контроль заглубления и поперечного угла на основе механической связи.



Рис. Схема установки системы нивелирования на щебнеочистительную машину ЩОМ

Антенна ГПСС должна быть информационно связана с компьютером управления. В управляющем компьютере сравнивается значение реального позиционирования корпуса выгребного устройства ЩОМ с необходимым проектным положением. В случае несоответствия проектному положению компьютер посылает сигнал на серводвигатель, который, в свою очередь, закручивает (или раскручивает в зависимости от необходимости) пружину кинематической связи, тем самым посылая сигнал опускания выгребного устройства или поднятия.

Заключение. Предложенный способ управления выгребным устройством щебнеочистительной машины позволяет активно управлять процессом вырезки и отчистки балласта от загрязнителей с опорой на цифровую модель железнодорожного пути, что обеспечивает проектное положение пути в пространстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга). URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/sait_WB.pdf (дата обращения: 13.04.2020).
- 2 Жданов А. Г., Свечников А. А., Кожевников В. А. Основы триботехники наземных транспортно-технологических средств: учебное пособие. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2022. 160 с.
- 3 Назаров Д. В., Свечников А. А. Разработка технологии ремонта подбивочного блока машины «Дуоматик» // Подвижной состав: современные тенденции и перспективы развития транспортной отрасли. Материалы научного марафона, посвященного 30-летию со дня основания факультета «Подвижной состав и путевые машины». 2019. С. 74-76.
- 4 Свечников А. А., Асабин В. В. Имитация силового контакта в высшей кинематической паре, реализованной в среде SolidWorks // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4 (46). С. 27-32.
- 5 Носырев Д. Я., Свечников А. А. Система диагностирования технического состояния турбокомпрессора тепловозного дизеля // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса. материалы V Всероссийской научно-практической конференции. 2009. С. 87-90.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

Организация и управление процессами перевозок и грузовой работой. Проблемы безопасности на железнодорожном транспорте

Аляева А. С., Москвичев О. В. Повышения эффективности использования железнодорожной инфраструктуры путем внедрения беспилотных вагонных тележек	3-5
Аляева А. С., Дюльдин Д. В., Васильев Д. В. Использование беспилотных грузовых вагонов для оптимизации местной работы малодеятельных участков	5-7
Валиахметова А. Р., Садчикова В. А. Организация российского шелкового пути	7-10
Гянджумян В. В., Васильев Д. В. Повышение эффективности перевозочного процесса на основе внедрения полигонных технологий и цифровой трансформации отрасли.....	10-11
Егорова А. А., Леонова С. А. Развитие ускоренного железнодорожного сообщения по маршруту «Липяги – Самара – аэропорт «Курумоч» – Тольятти».....	11-13
Михайлова М. С., Леонова С. А. Совершенствование работы железнодорожной станции Казань за счет внедрения цифровых технологий.....	14-16
Мишин Д. А., Акименко Я. В. Туристические маршруты Куйбышевской железной дороги и перспективы их развития.....	16-19
Плаксин П. В., Бондаренко О. А. Определение экономически целесообразного варианта организации местной работы на железнодорожном участке Кинель – Абдулино	19-21
Синяшина Т. А., Бондаренко О. А. Совершенствование местной работы на прилегающих к станции Жигулевское море участках	21-23
Тороповский Н. С., Аляева А. С., Суванкулова А. Д., Москвичев О. В. Система имитационного моделирования.....	23-24
Филиппов М. В., Халаева С. Н. Формирование комфортной городской среды на территориях, прилегающих к железнодорожным станциям	25-27
Богданов Л. Р., Денисов В. В. Обоснованный выбор схемы размещения тарно-штучных грузов в вагонах	28-29
Борисенко А. И., Пацев Ю. П. Основные этапы развития контейнерных перевозок	30-31
Верстина Ю. Д., Прусов М. В. Использование устройств увеличения биомеханических возможностей человека при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.....	31-32
Денисов Д. А., Пацев Ю. П. Согласование взаимодействия видов транспорта в организации контейнерных перевозок посредством технологии смарт-контрактов	33-34
Джамангазов Б. Р., Денисов В. В. Повышение эффективности коммерческого осмотра поездов и вагонов при внедрении цифровых технологий	35-36
Кудашов С. А., Денисов В. В. Совершенствование технического оснащения грузовых фронтов пути необщего пользования при выгрузке сыпучих грузов.....	37-39
Овчинникова А. А., Эрлих Н. В. Логистический подход к потребностям клиентов.....	39-40
Сельцина Е. А., Денисов В. В. Совершенствование грузовой работы на станции Кинель	40-42
Фирсова А. А., Эрлих Н. В. Исследование факторов, влияющих на простой транзитного вагона	43-45
Харисова А. Р., Эрлих Н. В. Выбор транспорта для перевозки опасного груза АО «ННК»	45-48

Хишова А. А., Прусов М. В. Повышение эффективности хранения и переработки сыпучих грузов на путях общего пользования	49-50
Шашкова А. С., Москвичева Е. Е. Цифровые принципы работы приемосдатчика груза и багажа	50-52
Виссарионов В. А., Кононов И. И. Организационно-технические мероприятия по выявлению и распознаванию на КПП физических лиц, не имеющих правовых оснований на перемещение в зону транспортной безопасности	52-54
Гянджумян В. В., Варламов А. В. Транспортная составляющая в развитии внутреннего туризма в регионе Куйбышевской железной дороги.....	55-56
Гянджумян В. В., Мазько Н. Н. Цифровой железнодорожный узел	56-58
Захарова М. А., Варгунин В. И. Обеспечение безопасности при организации морских перевозок	58-61
Зорин Н. А., Эрлих А. В. Анализ эволюции технологии работы станции и ее переход на уровень автоматизации	61-63
Козлова Э. Д., Варламова Н. Х. Развитие современных технологий по формированию и отправлению мелких партий грузов с грузовых дворов КБШ ЖД.....	63-65
Ломакина А. М., Шишкина С. Н. Методика определения критических элементов транспортных средств	65-69
Малютин А. И., Москвичева Е. Е. К вопросу развития терминально-логистической инфраструктуры самарского региона в условиях макроэкономической трансформации и ограниченности инвестиций.....	70-72
Мелешина Д. А., Варламова Н. Х. Разработка предложений по изменению технологии работы железнодорожной станции Кочетовка I Юго-восточной железной дороги при автоматизации сортировочных горок.....	72-75
Острянина Н. А., Мазько Н. Н. Инновационные технологии на сортировочных станциях	75-77
Сливкин Н. Н., Варламова Н. Х. Внедрение автоматизированной системы взвешивания вагонов с целью повышения клиентоориентированности.....	78-80
Хишова А. А., Мазько Н. Н. Система контроля станционной инфраструктуры	80-82

СЕКЦИЯ 2

Подвижной состав железных дорог, муниципальный пассажирский транспорт и транспортная техника

Жиляков Р. С., Муратов А. В. Перспектива разработки гибридных видов силовых установок для подвижного состава.....	83-84
Зиновьев С. С., Муратов А. В. Использование электрохимических силовых установок на тяговом подвижном составе, питающихся от водородного топлива.....	84-87
Зякин Д. А., Свечников А. А. Снижение степени загрязнения турбокомпрессора за счет применения гидрофобного материала	87-89
Иванов В. А., Курманова Л. С. Уменьшение вредных выбросов транспортными энергетическими установками путем нейтрализации оксидов азота	89-91
Карпенко М. Ю., Петухов С. А. Оценка эксплуатационной эффективности автоматизированных систем регистрации параметров работы и учета дизельного топлива	91-92

Карпенко О. Ю., Петухов С. А. Мониторинг и анализ моторного масла дизелей тепловозов в эксплуатации	93-94
Катаев Д. С., Свечников А. А. Внедрение устройства по защите турбокомпрессора от помпажа	94-95
Смолькин Д. Ю., Муратов А. В. Перевод тепловозов на смешанное топливо	96-99
Акулинина М. Д., Оберт Ю. Ю. Повышение эффективности технического мониторинга грузовых вагонов в эксплуатации.....	99-101
Александрова Т. А., Жебанов А. В. Применение цифровых технологий при организации работы участка текущего отцепочного ремонта.....	101-103
Бабускин М. С., Киселев Г. Г. Внедрение ресурсосберегающих технических средств в эксплуатационном вагонном депо	104-106
Батищева О. А., Чепурченко И. В., Коркина С. В. Цифровые технологии при техническом обслуживании грузовых вагонов в парках ПТО.....	107-110
Болдырева К. А., Клюканов А. В. Применение инновационного оборудования для восстановления фрикционных поверхностей надрессорной балки и боковых рам тележек грузовых вагонов	110-112
Воеводина С. П., Потапова А. Д., Оберт Ю. Ю. Анализ методов и средств контроля технического состояния ходовых частей грузовых вагонов на подходе к ПТО	112-115
Грушина Т. В., Шилин А. О., Жебанов А. В. Использование энергоэффективного оборудования при ремонте колесных пар пассажирских вагонов.....	116-118
Гуцу Н. А., Козак Р. В. Повышение эффективности подготовки грузовых вагонов под погрузку на участке ТОР	118-120
Захарова Ю. П., Киселев Г. Г. Применение автоматизированного диагностического комплекса для выявления неисправностей вагонов на ходу поезда	121-123
Комарова Е. А., Киселев Г. Г. Мониторинг технического состояния грузовых вагонов в эксплуатации с использованием технологии машинного зрения и передачи данных на ПТО..	123-126
Костиков И. А., Коркина С. В. Анализ применения современных методов обучения осмотровиков-ремонтников вагонов в ВЧДЭ.....	126-128
Нагриманов В. С., Козак Р. В. Внедрение цифровых технологий контроля технического состояния вагонов на ходу поезда	129-131
Николаев И. И., Шмойлов А. Н. Совершенствование технологии контроля и диагностики электрических машин подвижного состава.....	132-133
Потапова А. Д., Жебанов А. В. Бережливое производство как инструмент повышения качества обслуживания пассажиров.....	133-136
Сибилева Е. В., Паренюк М. А. Анализ прогрессивных средств диагностики для технического контроля грузовых вагонов в эксплуатации.....	136-138
Соболев И. А., Балалаев А. Н. Расчет лобовой силы сопротивления кабины высокоскоростного наземного транспорта в flow simulation	139-142
Токмачева К. Ю., Шилин А. О., Балалаев А. Н. Анализ применения альтернативных источников энергии на железнодорожном транспорте	142-145
Шпетко А. В., Коркина С. В., Шилин А. О. Применение цифровых технологий в обучении специалистов транспорта.....	145-148
Виснап А. В., Старикова А. Г. Тепловизионный контроль состояния оборудования	

при обслуживании тяговых подстанций ГЭТ	149-151
Ведышев Р. А., Тычков А. С. Практическая реализация средств контроля электрооборудования электроподвижного состава	152-154
Бобров К. А., Капранов Н. Н., Булатов А. А. Система управления гибридным локомотивом	154-156
Духнова Е. С., Лаухин Ф. М. Использование альтернативных видов топлива в пригородном сообщении	156-158
Липунов А. Ф., Капранов Н. Н. Определение оптимального ресурса узлов тягового подвижного состава	159-160
Никифоров С. О., Старикова А. Г. Ультразвуковая пропитка изоляции тяговых электродвигателей ГЭТ в условиях депо.....	161-162
Каширин П. Ф., Тычков А. С. Оценка параметров электрических машин в условиях сервисного локомотивного депо.....	162-164
Михайлов И. О., Лазизов М. С., Барковский А. М. Разработка принципов создания благоприятной визуальной среды в кабине управления городского электротранспорта	165-167
Отваркина А. Н., Анахова М. В. Выбор систем гребнесмазывателя для электропоезда ЭС2Г	167-169
Плеханов А. В., Ефимов Н. А. Торсионное рессорное подвешивание железнодорожного транспорта.....	169-171
Салов В. С., Лысак Е. А. Анализ способов снижения воздействия блуждающих токов рельсовых сетей на подземные коммуникации	171-172
Салов В. С., Ляшенко В. В. Пути совершенствования городского транспорта.....	173-175
Степочкин А. С., Булатов А. А. Цифровая среда технического содержания	176-177
Утежанов М. М., Лаухин Ф. М. Анализ неисправностей электрооборудования электрического транспорта с учётом нестационарных внешних факторов.....	178-179
Федичева А. Р., Анахова М. В. Актуальность модернизации выдвигных подножек электропоезда ЭС2Г	180-182
Циклаури Е. Ю., Лаухин Ф. М. Концепция гибридного трамвая и реконструкция контактной сети в городе Самаре.....	182-184
Чемоданов Д. А., Лысак Е. А. Анализ внедрения риск-ориентированного подхода на предприятиях ГЭТ	184-186
Чемоданов Д. А., Барковский А. М. Применение цифровых двойников в проектировании подвижного состава городского электротранспорта	186-188
Панкратовский И. А., Жданов А. Г., Кожевников В. А. Сводоразрушитель для разгрузки и очистки бункерных устройств	188-190
Коновалова А. Р., Понамаренко Д. И. Композитные шпалы.....	190-192
Куликов В. В., Свечников А. А. Проектирование ремонтной позиции для осуществления внеплановых ремонтов двигателей ЯМЗ-236	192-194
Малышева А. С., Абдуллин Л. М., Мустафаев Ю. К. Анализ расчетных схем и моделирование колебаний боковой качки вагона-цистерны при прохождении кривых	195-197
Соловьева О. А., Свечников А. А. Применение системы бережливого производства в ДПМ.....	197-199
Харчистова А. А., Свечников А. А. Совершенствование технологии очистки балласта железнодорожного пути.....	200-201

Научное издание