№6
2020

ЛОКОМОТИВ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

РЖД

Развитие культуры безопасности в локомотивном комплексе

Ключевые вопросы состояния безопасности движения

«Цифровому депо» требуется модернизированная оснастка

Как предупредить возгорания пусковых двигателей «Ермаков»

Автоматический стояночный тормоз электропоездов

Перечень электрооборудования электровоза ЭП2К

Электрические схемы электровозов «Дончак»

Пневматическая схема электровоза ЭП1М(П)

Тепловые реле электровозов переменного тока

Обнаружение неисправностей тягового выпрямителя на 2ТЭ116У



ISSN 0869-8147

«СИНАРА» СТАНОВИТСЯ ТРЕХСЕКЦИОННОЙ





ЮБИЛЕЙ КРАСНОЯРСКИХ НОВАТОРОВ

Дорожный центр внедрения (ДЦВ) Красноярской железной дороги в марте этого года отметил своё 20-летие. В связи с этим событием и достигнутыми успехами, по решению Совета директоров АО «ДЦВ Красноярской железной дороги» 24 — 25 марта 2020 г. на базе ДЦВ прошла Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием по теме «Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава». В работе конференции (очно и дистанционно) приняли участие 35 организаций из 15 городов и 5 стран, 7 докторов наук, 17 кандидатов наук. С материалами и итогами работы конференции можно ознакомиться на сайте *www.dcv.ru*.

ДЦВ Красноярской дороги — это современное, динамично развивающееся инженерное предприятие, которое выполняет все виды работ: от проектирования до изготовления и обслуживания сложных систем. Предприятие шагнуло далеко за пределы Красноярского края, охватив своей деятельностью Восточный полигон ОАО «РЖД».

Основные направления работы ДЦВ: разработка, внедрение и обслуживание перспективных технических систем на железнодорожном транспорте, электронного и микропроцессорного оборудования локомотивов, модернизация локомотивов. ДЦВ является партнером ООО «ЛокоТех», ПАО «Электровыпрямитель», ЛЭС, НЭВЗ.

Опыт ДЦВ Красноярской дороги в техническом обслуживании и ремонте электронного оборудования электровозов переменного тока производства НЭВЗ (Трансмашхолдинг) рассмотрен в «Рослокомотив» и «ЛокоТех», отвечающих перед ОАО «РЖД» за надёжность локомотивов по контракту жизненного цикла. Принято решение о широком распространении опыта ДЦВ, в том числе на Европейский полигон.

На снимках (слева направо, сверху вниз):

❶ в президиуме юбилейной конференции — И.К. Лакин, Ю.П. Тыртышов, И.И. Регер, В.В. Семченко, Н.Г. Шабалин;

❷ работой ДЦВ Красноярской дороги руководит генеральный директор В.В. Семченко;

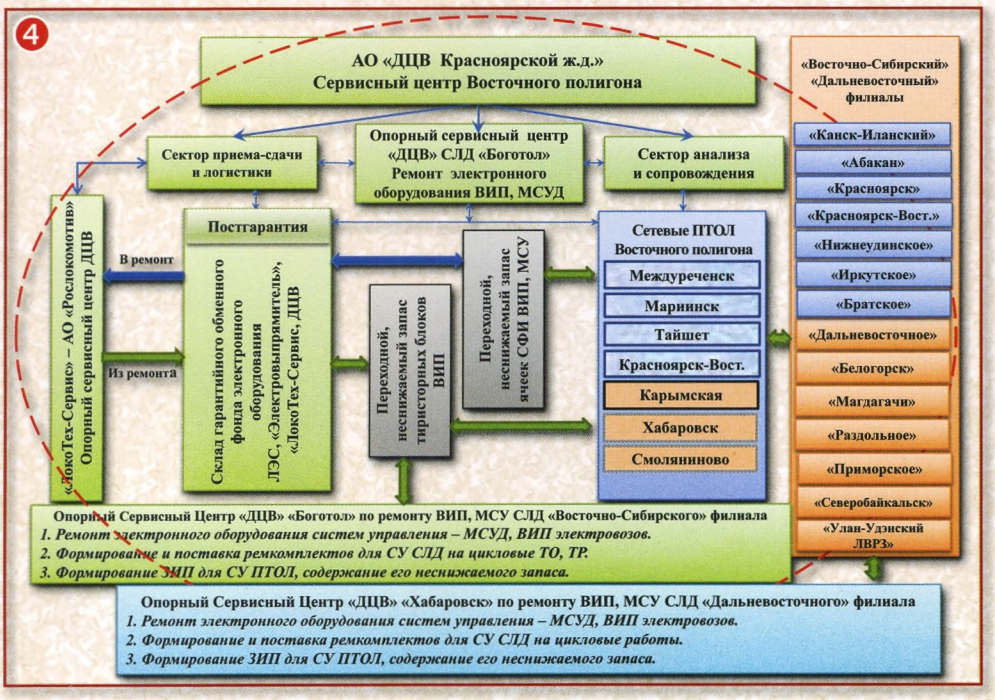
❸ заместитель генерального директора — главный инженер ОАО «РЖД» С.А. Кобзев (справа) вручил В.В. Семченко диплом победителя в конкурсе ОАО «РЖД» PRO//Движение.EXPO 2019 (Москва, Щербинка);

❹ модель управления техническим состоянием электронного оборудования на базе сервисного центра ДЦВ Красноярской дороги;

❺ сувенир победителю конкурса ОАО «РЖД» по итогам 2019 года.

Специалисты ДЦВ открыты к взаимодействию и готовы к широкому сотрудничеству!







В номере:

На контроле — безопасность движения

Развитие культуры безопасности в локомотивном комплексе 2
ВАЛИНСКИЙ О.С.

О ключевых вопросах состояния безопасности движения в локомотивном комплексе 4
ПАРНЮК С.М.

Курсом инновационного развития

Модернизация технологического оборудования в соответствии с требованиями «цифрового депо» 6
ПРИВАЛОВА М.А.

Коллективы — победители соревнования в I квартале 2020 г. 6

В помощь машинисту и ремонтнику

Электрические схемы электровозов серии ЭС4К «Дончак» 7
САВИЧЕВ Н.В.

Расчет тормозного нажатия для моторвагонного подвижного состава ... 11
ЕГОРОВ В.П., БУРГСДОРФ Е.А.

Методика обнаружения неисправностей тягового выпрямителя тепловозов 2ТЭ116У 12
ЧУБ Ф.Ю.

Предупредить возгорания пусковых двигателей 17
БОНДАРИК В.В.

Перечень электрического оборудования электровоза ЭП2К 18

Особенности работы тепловых реле на электровозах переменного тока . 22
ЕРМИШКИН И.А.

Диагностический комплекс для контроля геометрических параметров колесных пар на ходу 26
КИРИЛЕНКО А.В.

Автотормоза

Пневматическая схема электровоза ЭП1М(П) 28
ВОРОНИН В.В.

Эксплуатация автоматического стояночного тормоза на электропоездах . 32
ЕГОРОВ В.П., БУРГСДОРФ Е.А.

На научно-технические темы

Техническое нормирование топлива в паровозной тяге 34
ИГИН В.Н.

Странички истории

Первые в мире автомашинист, электронный скоростемер, тяговые расчеты 39
ИСАЕВ А.В., КАЛИНИН Ю.С.

За рубежом

Поставки новых локомотивов 45
ПОЛИН П.А.

Памятный знак ученому-новатору 46
КАРЯНИН В.И.

На 1-й с. обложки: **электровоз постоянного тока 2ЭС6-1080 «Синара» с бустерной секцией.** Фото ООО »Уральские локомотивы»

ЛОКОМОТИВ

Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал
Издаётся с января 1957 г.

№ 6 (762), июнь 2020 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ:
ОАО «Российские железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
БЖИЦКИЙ В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
ВАЛИНСКИЙ О.С.
ГАПАНОВИЧ В.А.
КИРЖНЕР Д.Л.
КОБЗЕВ С.А.
КОССОВ В.С.
МИХАЛЬЧУК Н.Л.
НАЗАРОВ О.Н.
ОСТУДИН В.А.
(зам. главного редактора)
ОСЯЕВ А.Т.
ПОПОВ Ю.И.
РУДНЕВА Л.В.
(ответственный секретарь)
ЧАПЛИНСКИЙ С.И.
ШКОЛЬНИКОВ Е.Н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
Заручейский А.В. (Москва)
Иоффе А.Г. (Москва)
Ермишкин И.А. (Ожерелье)
Лимонов Д.Э. (Верхняя Пышма)
Орлов Ю.А. (Москва)
Потанин А.А. (Воронеж)
Удальцов А.Б. (Санкт-Петербург)

РЕДАКЦИЯ:
МОЛЧАНОВ А.В.
(редактор отдела тепловозной тяги)
КВАЧ В.В. (отдел допечатной подготовки)
СИВЕНКОВ Д.П. (компьютерный набор)
СТАРОСТИН С.С. (зам. редактора отдела)

КОНТАКТЫ:
Адрес редакции
107078, г. Москва,
ул. Новая Басманная, д. 4-6, стр. 11
Тел.: **(499) 262-12-32;**
(499) 262-30-59, 262-33-32
www.lokom-info.ru; e-mail: info@lokom-info.ru
СПД ОАО «РЖД»: loko@cnti.org.rzd
Электронная версия:
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8816

Подписано в печать 28.05.2020.
Офсетная печать. Усл.-печ. л. 5,62.
Усл. кр.-отт. 22,48.
Уч.-изд. л. 10,4. Формат 64×90/8.

Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+».
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36.
Тел.: +7 (843) 521-5010 (доб. 407), 521-4967.
E-mail: npovti_ot@mail.ru.
Тираж 2280 экз. Заказ 20048.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21834 от 07.09.2005 г.

Подписка принимается в любом отделении связи «Почта России»: П5076 для физ. лиц, П5077 для юр. лиц. В каталоге «Газеты и журналы» агентства «Роспечать»: 71103 для физ. лиц, 73559 для юр. лиц. В каталоге АРЗИ «Пресса России»: 87716 для физ. лиц, 88043 для юр. лиц.

РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛОКОМОТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

О.С. ВАЛИНСКИЙ,
заместитель генерального директора ОАО «РЖД» — начальник Дирекции тяги

Обеспечение высокого уровня безопасности перевозок — одна из основных задач локомотивного комплекса. При росте объема работы за последние 4 года на 11,5 % уровень безопасности движения в локомотивном хозяйстве улучшен на 37,9 %, а отказы технических средств снижены на 34 % (рис. 1). Для продолжения положительной динамики от нас требуются не только внедрение новых технических средств и обновление основных фондов, но и реализация комплексного подхода к развитию производственной культуры.

Ключевыми источниками рисков в области безопасности движения в локомотивном комплексе (рис. 2) являются опасные отказы и нарушения технологии работы локомотивными бригадами. И если в поездной работе мы относительно защищены от негативного проявления человеческого фактора работой устройств безопасности, то в маневровой работе влияние человеческого фактора по-прежнему высоко.

Системность обеспечения безопасности в локомотивном комплексе поддерживается комплексными программами:

- развитие системы допуска *(дорожная карта от 1.07.2019 № 185)*;
- повышение надежности технических средств и повышение качества ремонта и технического обслуживания *(сводный план повышения надежности от 30.12.2019 №310бр)*;
- поставка современных устройств безопасности *(ежегодная поставка в рамках Программы повышения безопасности)*;
- разработка инновационных устройств безопасности для маневровой работы *(среднесрочная программа по предотвращению проездов от 30.11.2019 № 1956)*.

Ключевым направлением для обработки остаточных рисков, связанных с влиянием человеческого фактора, является развитие культуры безопасности. Основными задачами менеджмента в развитии производственной культуры являются *создание комфортной производственной среды для работников и трансляция политики и ценностей.*

По результатам проведенной самооценки *(опрос проведен в I квартале 2020 г.)* большинство работников считает, что в локомотивном комплексе созданы основные условия для развития производственной среды (рис. 3). При этом только 12 % респондентов высоко оценивают процессы, реализуемые для развития производственной среды, и лишь 18 % респондентов считают,



Рис 1. Уровень безопасности движения и отказы в работе технических средств в локомотивном комплексе в динамике за пять лет

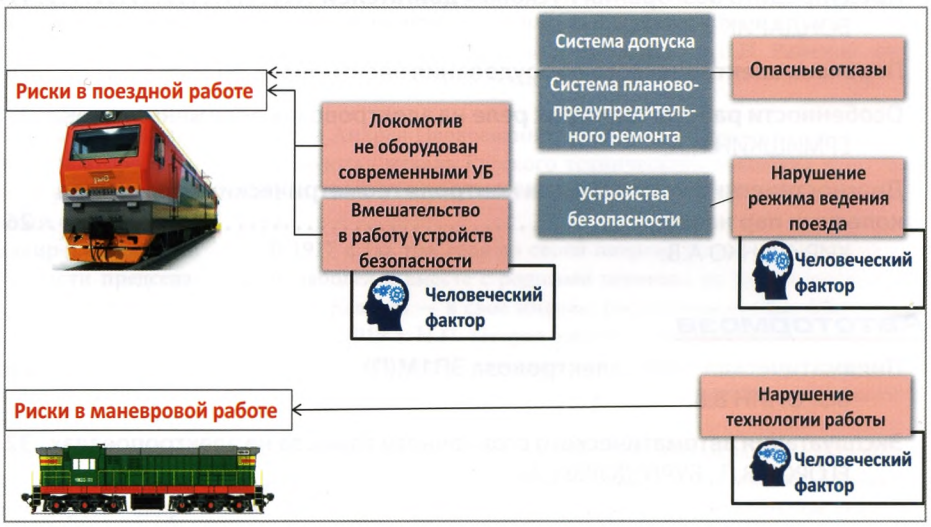


Рис. 2. Ключевые источники рисков в области безопасности движения в локомотивном комплексе



Рис. 3. Результаты оценки по категории вопросов «Производственная среда»

что производственная среда стимулирует повышение производительности труда и творческий подход к решению задач.

Конечно же, реализация программ поставки новых локомотивов, обновления депо-вского хозяйства важна для формирования производственной среды. Но при этом не меньшее значение имеют совершенствование технологии работы и обеспечение соблюдения режима труда и отдыха. С начала 2020 г. в Дирекции тяги ОАО «РЖД» допущено 1,8 млн ч сверхурочной работы, 626 тыс. ч ожидания следования пассажиром, 1,4 млн ч превышения нормативов оборота локомотивной бригады. По всем названным показателям мы имеем значительное снижение относительно прошлого года, но при этом абсолютные цифры остаются очень большими.

Для того чтобы сделать производственную среду более комфортной и привлекательной для работников, нам вместе с коллегами из Центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» предстоит еще значительно повысить уровень организации режима труда и отдыха локомотивных бригад.

Что касается функции трансляции и продвижения ценностей, то, рассматривая ценности, которые свойственны производственной культуре в локомотивном комплексе, можно разделить их на три типа (рис. 4):

- *декларируемые* — «то, какими мы хотим быть»;
- *фактические* — «то, что есть на самом деле»
- *целевые* — «те ценности, которые необходимы для успешного решения задач».

Считается, что чем выше идентичность всех трех блоков, тем сильнее корпоративная культура. Сегодня же мы видим наличие разрыва в декларациях и фактическом положении дел.

Ценность, закрепленная в нашей политике, — *«Безопасность всегда является приоритетом над производительностью»*. При этом на деле, на линейном предприятии, мы видим, что приоритет отдается решению задачи «любой ценой» и, как следствие, допускаются упрощение и нарушение технологии.

Еще одна продекларированная ценность: *«Основное направление в работе по безопасности — минимизация рисков»*. При этом причинно-следственные связи каждого нарушения безопасности движения указывают на отсутствие системной работы по обработке рисков и проявление реактивного подхода к работе на линейных предприятиях *(действия вызваны реагированием на внешние обстоятельства, а не предпринимаются, исходя из информации о рисках)*.

Можно приводить подобные примеры и дальше, но ключевое, что хочу отметить: *проблема расхождения декларируемых и фактических ценностей, действительно, на сегодня имеет место в производственной культуре.*

Рис. 4. Три типа ценностей в культуре локомотивного комплекса



Именно поэтому мы зачастую встречаем на «горячей линии» острые сообщения от наших работников, которые видят этот «разрыв» в ценностях.

В целях совершенствования работы в сфере безопасности движения в локомотивном комплексе сформирован ряд ключевых проектов, связанных с развитием производственной культуры и направленных на обеспечение единства ценностей.

❶ Во-первых, Дирекция тяги поддерживает инициативы Департамента безопасности движения ОАО «РЖД» в части сформированного Положения о культуре безопасности в Компании и Положения о Дне культуры безопасности. Считаю, что данные документы позволят сместить акцент с контрольных мероприятий на коммуникационные задачи и на работу с проводниками культуры в трудовых коллективах.

❷ В локомотивном комплексе сформирован проект технологии по замене нормативов личного участия в обеспечении безопасности движения на личный план работы руководителей структурных подразделений, составляемый на основании анализа рисков.

В рамках данной инициативы в 2020 г. планируется провести пилотные проекты в трех региональных дирекциях тяги: Октябрьской, Московской и Северной. Данные дирекции выбраны потому, что: 1) в этих дирекциях тяги работают наиболее опытные руководители; 2) данные дирекции имеют положительную динамику по показателям безопасности; 3) дирекции находятся в центральной части России, и формирование планов работы легко подвергнуть контролю; 4) персонал Октябрьской дирекции тяги лучше других подготовлен к применению инструментов управления рисками.

❸ В 2020 г. мы приступили к тестированию работников на предмет выявления лиц с неустойчивым и зависимым поведением. В рамках цифрового проекта «Доверенная среда» мы реализуем функционал определения рисков при каждом допуске машиниста к поездке.

❹ Дирекция тяги ОАО «РЖД» планирует реализовать проект по сокращению отвлечения руководителей линейного уровня на непроизводственные задачи. Мы планируем ввести так называемый «День руководителя», в рамках которого будут минимизированы или исключены селекторные совещания, проверки различного вида.

Минимизировав отвлечения, мы дадим возможность руководителям линейных предприятий сфокусировать внимание и ресурсы не на «тушение пожаров», а на выстраивание системы управления на предприятии, планирование деятельности, формирование стратегического видения, развитие сотрудников и саморазвитие.

Данный проект будет успешно реализован только при вовлечении в него и руководителей региональных центров корпоративного управления (РЦКУ), от которых тоже потребуется снизить нагрузку на линейное предприятие локомотивного комплекса в отдельно выделенный день.

❺ В Дирекции тяги ОАО «РЖД» сформирована рабочая группа для подготовки предложений по изменению порядка выплаты премии за безаварийную работу. Уже сегодня мы видим потребность в изменении критериев определения предприятий, которые заслуживают выплаты, а также в расширении перечня должностей, на которые распространяется выплата за безаварийную работу.

❻ Эпидемиологическая обстановка требует от нас пересмотра подходов и к обучению работников. Дирекция тяги уже приступила к реализации программы проведения вебинаров для работников, в ходе которых происходит не только обучение, но и обмен передовым опытом.

❼ Ключевым техническим мероприятием для Дирекции тяги в 2020 г. станет запуск в промышленную эксплуатацию личного кабинета машиниста на мобильных устройствах. Уже сегодня работники могут в тестовом режиме использовать данное приложение. Запуск его в промышленную эксплуатацию позволит вывести информационное обеспечение на новый уровень.

Таким образом, проекты, реализуемые и запланированные для внедрения в локомотивном комплексе, позволят на линейном уровне обеспечить единство продекларированных и реализуемых принципов.

О КЛЮЧЕВЫХ ВОПРОСАХ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ЛОКОМОТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

Итоги работы в I квартале 2020 г.

С.М. ПАРНЮК,
заместитель начальника Службы безопасности движения
Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД»

Дирекция тяги в I квартале 2020 г. добилась улучшения показателя «Уровень безопасности движения» (удельное количество событий на 1 млн поездо-км), уставленного правлением ОАО «РЖД» для Дирекции тяги (собственно) и сервисных организаций. В I квартале 2020 г. он не только выполнен, но и снижен на 33 % к целевому показателю.

Однако состояние безопасности нельзя назвать «безоблачным». В начале года произошел целый ряд проездов светофоров с запрещающими показаниями, их общее количество в I квартале составило 11 случаев, а из-за них было допущено столкновение подвижного состава и 4 случая сходов. Для предотвращения подобных грубых нарушений безопасности движения службой безопасности движения Дирекции тяги предпринят ряд профилактических мер, имеющих как стратегический характер, так и оперативный.

В оперативном формате по всем грубым нарушениям безопасности движения организовано проведение инструктажа работников, связанных с движением поездов. Дирекция тяги провела большую работу по совершенствованию системы инструктажа. Фактически проведена «зачистка» материалов, внесенных ранее в терминалы предрейсового инструктажа локомотивных бригад, убрана излишняя и не составляющая ценности информация. И, напротив, для акцента на важном, каждый инструктаж завершается теперь проверочными вопросами по ключевой информации инструктажа.

Сама тематика инструктажа наполняется и информацией о правильных действиях работников, которые необходимо было совершить. Смещается акцент с информации в тематике об ошибках к информации о правильных действиях. Это психологический момент, работающий на формирование подсознательного акцента на верном технологическом процессе.

Кроме того, внесены изменения в Положение об организации и проведении инструктажей по безопасности движения работникам локомотивных бригад ОАО «РЖД», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 14.09.2015 № 2223р. Это позволяет усовершенствовать организацию работы локомотивных бригад, а также исключить необоснованные потери времени работников.

Другим мероприятием оперативного реагирования на допущенные нарушения безопасности движения стала организация практической отработки регламента служебных переговоров в формате деловых игр. Сам формат отработки регламента переговоров в деловой игре был заимствован у коллег из авиационного транспорта, которые практикуют отработку регламента переговоров между пилотами в экипаже, а также между пилотом и диспетчером. С помощью моделирования кейсовых заданий данный формат позволяет приблизить участников к реальным ситуациям и закрепить практические навыки.

С учетом карантинных мер в Дирекции тяги ОАО «РЖД» совместно с Центральной дирекцией управления движением сформирован интерактивный курс для практической отработки регламента переговоров. Первые данный курс прошли руководители региональных дирекций тяги и дирекций управления движением, которым при отработке регламента намеренно была усложнена задача: руководителям дирекции управления движением предлагалось выполнить кейсы с ролью машиниста, а руководителями дирекции тяги — с ролью дежурного по станции. Это положительно повлияло на понимание проблем, существующих на стыке хозяйств.

Отработав кейсы с руководителями, организовано каскадирование данной работы далее на уровень линейных предприятий. Отработка регламента переговоров на стыке хозяйств является одним из приоритетных направлений в обеспечении безопасности движения поездов и повышении надежности перевозочного процесса.

Отдельно следует остановиться на проведенном в I квартале совместном совещании заместителей генерального директора ОАО «РЖД», курирующих вопросы безопасности движения, локомотивного комплекса и дирекции управления движением. Темой совещания стала как раз работа на стыке двух хозяйств (локомотивного комплекса и управления движением) по повышению уровня обеспечения безопасности движения.

На совещании руководители функциональных филиалов открыто обсудили проблемные вопросы на стыке взаимодействия хозяйств: риски наступления событий, связанных с нарушением безопасности движения; совершенствование процессов работы с ТРА станций; соблюдение регламента служебных переговоров.

Кроме того, было отмечено, что требует безусловного совершенствования уровень трудовой и технологической дисциплины в обоих хозяйствах. Также имеют место вопросы несимметричной взаимной ответственности работников хозяйств, необоснованные случаи проследования запрещающих сигналов по указанию дежурного по станции, многочисленные нарушения режима труда и отдыха локомотивных бригад. Все вышеуказанные проблемные вопросы были подробно обсуждены, и решения в данных направлениях включены в протокол совещания.

Основные меры, запланированные к реализации в текущем году, сгруппированы в Дорожной карте по обеспечению функциональной безопасности в локомотивном комплексе по четырем разделам:

- Развитие Системы менеджмента безопасности движения;
- Управление остаточными рисками;
- Приведение инфраструктуры к требованиям ПТЭ;
- Развитие культуры безопасности.

Один из ключевых инструментов улучшения системы управления безопасностью — аудит — претерпел изменения в связи с применением карантинных мер. Сформированный график проведения комплексных аудитов был временно приостановлен. В Дирекции тяги разработан порядок дистанционного проведения аудитов, который в пилотном формате апробируется в Октябрьской, Горьковской и Куйбышевской дирекциях тяги.

В качестве отдельной темы отмечу выполнение показателя, установленного правлением ОАО «РЖД» для локомотивного комплекса, — общее количество поездо-часов потерь от отказов всех категорий (удельное количество на 1 млн поездо-км). В 2020 г. потери поездо-часов необходимо снизить не менее чем на 5 %.

Отмечу, что впервые за последние годы задание, связанное с отказами технических средств, оценивается не в количестве самих отказов, а в потерях поездо-часов из-за них. Сокращение влияния технических средств на перевозочный процесс — вот приоритетная задача для производственных подразделений.

По итогам I квартала отмечу, что на 7 % снижена доля конструктивных отказов благодаря совместной работе с производителями локомотивов по устранению конструктивных недостатков. При этом на 6 % увеличена доля отказов, связанных с нарушением технологии ремонта локомотивов, она составила в 2020 г. 65 %.

Наибольшие потери поездо-часов из-за отказов в локомотивном комплексе Компания несет на Восточном полигоне. Для повышения надежности парка локомотивов на Восточном полигоне совместно со специалистами Центра технического аудита, Департамента безопасности движения, Дирекции тяги, Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства, АО «Трансмашхолдинг» и ООО «Локомотивные технологии» организован и проведен внеплановый аудит процессов управленческой и производственной деятельности в ключевых депо Восточного полигона: Боготол, Иланская, Нижнеудинск, Комсомольск. По результатам аудита разработаны мероприятия по повышению качества ремонта локомотивов на данных предприятиях.

Совместно с сервисными компаниями в 2020 г. реализуются планы мероприятий по повышению технической надёжности локомотивов (от 30.12.2019 № 3106р, от 7.02.2020 № 52).

Для снижения деградационных отказов реализуется программа поставки новых локомотивов и линейного оборудования. Из 646 новых локомотивов 339 запланированы для поставки на Восточный полигон. Продолжается массовое размещение локомотивов Восточного полигона на заводские виды ремонта. С начала года уже выполнен заводской ремонт 275 электровозов и 80 тепловозов.

Ведется работа по усилению системы допуска локомотивов. Еженедельно на Восточном полигоне фиксируется почти 6000 срабатываний барьерных функций при допуске локомотивов в эксплуатацию *(на 7 % меньше, чем в прошлом году)*.

В депо, попавших в «зону риска», организовано внеочередное тестирование инспекторов по приемке локомотивов.

На основной для Восточного полигона серии электровозов 2(3)ЭС5К реализуется комплекс мер по обеспечению стабильности их работы. 57 % отказов локомотивов данной серии связано со сбоями в работе микропроцессорных систем управления.

Уверен, что мероприятия, реализуемые Дирекцией тяги, позволят выполнить целевые показатели, установленные протоколом правления ОАО «РЖД», повысить безопасность движения и надежность технических средств на сети железных дорог.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Электровозы ЭП20 суммарно прошли 100 млн км

Электровозы ЭП20 (депо приписки Москва-Сортировочная Московской дирекции тяги), изготовленные на Новочеркасском электровозостроительном заводе (НЭВЗ, входит в состав АО «Трансмашхолдинг»), преодолели знаковый рубеж: их суммарный пробег составил 100 млн км. Об этом сообщили в Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям холдинга. Максимальное расстояние, которое ЭП20 преодолевает в ходе одной поездки, достигает 1800 км. Среднесуточный пробег электровоза за 2019 г. составил 852 км, что на 43 км больше аналогичного периода 2018 г.



Двухсистемный скоростной пассажирский электровоз ЭП20

Локомотивы серийно выпускаются на НЭВЗе с 2012 г. Комплектующие для производства ЭП20 поступают из 20 регионов России. В последние годы предприятие успешно осуществило импортозамещение целого ряда важных агрегатов электровоза, в том числе компонентов тяговой системы — тягового и вспомогательного преобразователей, токоприемников с пневмомодулями управления, кабины машиниста и санитарных модулей.

ЭП20 — первый двухсистемный российский электровоз, способный водить пассажирские поезда на линиях как переменного, так и постоянного тока на скоростях до 200 км/ч. Локомотив оборудован асинхронным тяговым приводом на основе IGBT-транзисторов. Реализуемые технические решения позволяют проводить техническое обслуживание один раз за 25 тыс. км пробега, увеличить межремонтные пробеги от текущего ремонта до 150 тыс. км. Модульная кабина ЭП20 отвечает современным требованиям безопасности, эргономики, комфорта и эстетики. Примененная в кабине система обеспечения параметров микроклимата выполняет функции обогрева и кондиционирования с автоматическим поддержанием заданной температуры.

По большинству параметров электровоз ЭП20 соответствует лучшим мировым разработкам. В настоящее время изготовлено и передано заказчикам по контрактам жизненного цикла 72 электровоза, за техническое состояние которых предприятие несет ответственность на протяжении всего срока их эксплуатации. Сервисное обслуживание всех локомотивов ЭП20 выполняется фирменным Сервисным центром НЭВЗа, который создан в Москве.

Электровозы ЭП20 эксплуатируются на Московской, Горьковской, Октябрьской, Северо-Кавказской и Юго-Восточной дорогах. Они обеспечивают вождение поездов на маршрутах между Москвой и городами Адлер, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Анапа, Воронеж, Орск, Казань, Екатеринбург, Минск (Белоруссия), Вайниккала (Финляндия).

По материалам Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям АО «Трансмашхолдинг»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ «ЦИФРОВОГО ДЕПО»

М.А. ПРИВАЛОВА,
конструктор отдела технологического оборудования ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»

В настоящее время цифровые и информационные технологии становятся неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Данные технологии призваны обеспечить повышение эффективности, улучшение качества обслуживания и производства в различных сферах жизнедеятельности человека. Железнодорожный транспорт является одной из важнейших базовых отраслей экономики и, разумеется, тенденция цифровизации не могла обойти эту отрасль стороной.

С 2016 г. ООО «ЛокоТех», крупнейшая сервисная компания по ремонту и обслуживанию тягового подвижного состава, реализует проект внедрения системы «Умный локомотив». Данные, фиксируемые на локомотивах, оснащенных специальными системами контроля состояния, поступают в специальный веб-интерфейс, после чего становятся доступны для обработки специалистами. Такой мониторинг позволяет сразу выявлять определенные неисправности подвижного состава, не дожидаясь серьезных поломок и тяжелых ремонтов, а, значит, экономит ресурсы, время и усилия, что выгодно как для самой сервисной компании, так и для ее основного заказчика — ОАО «РЖД».

В период с 2017 по 2020 гг. Компания совместно с ООО «ЛокоТех» на базе сервисного локомотивного депо Братское Восточно-Сибирской дирекции тяги реализуют проект «Цифровое депо». Основной целью проекта является повышение эффективности обслуживания и качества текущего ремонта локомотивов с применением современных цифровых технологий и автоматизацией данных процессов для снижения воздействия человеческого фактора.

Для реализации проекта «Цифровое депо» в самом широком смысле этого понятия сегодня необходимом принципиально новое технологическое оборудование для обслуживания и ремонта тягового подвижного состава и инструменты для цифровой диагностики. Это оборудование должно позволить автоматизировать основные производственные процессы, а также собирать данные на каждом этапе ремонта и испытаний основных узлов и агрегатов тягового подвижного состава с осуществлением их идентификации и с последующей передачей полученных результатов в общую систему для дальнейшего хранения и анализа. И такое оборудование уже разрабатывается Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» (далее ПКБ ЦТ) и рядом других компаний.

ПКБ ЦТ функционирует с 1949 г. Одним из направлений его работы является изготовление технологического оборудования для ремонта и обслуживания локомотивов. За время работы было спроектировано большое количество стендового оборудования. Изготовленное оборудование установлено практически во всех локомотивных депо России. В настоящее время ведется активная деятельность по разработке нового оборудования и модернизации ранее изготовленного в соответствии с требованиями «цифрового депо», а именно, возможностью автоматической фиксации измеряемых параметров, формированием протоколов испытаний, хранением и передачей на другие носители.

Автоматизация оборудования производится с учетом возможности взаимодействия с Автоматизированной системой «Электронный паспорт локомотива» (АС ЭП). Она представляет собой единое место хранения всей информации о локомотивах, их узлах и агрегатах, в том числе о результатах испытаний, диагностики, отказах и ремонтах оборудования для всех предприятий, осуществляющих изготовление, ремонт и эксплуатацию локомотивов.

В настоящее время в ПКБ ЦТ разработаны, изготовлены и успешно эксплуатируются такие проекты, как А3301М «Стенд автоматизированный для поверки счетчиков электроэнергии», А1394КМ «Стенд универсальный для испытания автотормозов», А3338 «Станция для испытания коллекторных тяговых электродвигателей» и др., которые, помимо системы регистрации, используют автоматические режимы, позволяющие без участия человека проводить полный цикл испытаний оборудования. Это помогает снизить влияние человеческого фактора и увеличить производительность.

Помимо разработки нового оборудования, ПКБ ЦТ проводит модернизацию уже существующего, находящегося в ремонтных депо, но не отвечающего требованиям «цифрового депо». Модернизация технологического оборудования является одним из ключевых решений для увеличения производительности промышленного оборудования и уменьшения затрат на его обслуживание.

Цифровые платформы «Умный локомотив» и «Цифровое депо» при своевременном оснащении современным оборудованием способны поднять на принципиально новый уровень техническое обслуживание и ремонт действующих локомотивов, а также повысить надежность тягового подвижного состава в течение всего жизненного цикла.

КОЛЛЕКТИВЫ — ПОБЕДИТЕЛИ СОРЕВНОВАНИЯ в I квартале 2020 г.

Решением заседания правления открытого акционерного общества «Российские железные дороги» от 12 мая 2020 г. (протокол № 26) подведены итоги соревнования трудовых коллективов и работников ОАО «РЖД» за I квартал 2020 г. Победителями, с вручением свидетельств и денежных премий, признаны следующие коллективы:

Эксплуатационные локомотивные депо Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД»

первое место

Горький-Сортировочный Горьковской дирекции
Буй Северной дирекции
Сальск Северо-Кавказской дирекции
Златоуст Южно-Уральской дирекции

второе место

Бабаево Октябрьской дирекции
Котлас Северной дирекции
Октябрьск Куйбышевской дирекции
Барабинск Западно-Сибирской дирекции
Ружино Дальневосточной дирекции

третье место

Орел-Сортировочный Московской дирекции
Дербент Северо-Кавказской дирекции
Балашов Юго-Восточной дирекции
Петров Вал Приволжской дирекции
Камышлов Свердловской дирекции

Моторвагонные депо дирекций моторвагонного подвижного состава

первое место

Ростов Северо-Кавказской дирекции
Вихоревка Восточно-Сибирской дирекции

второе место

Санкт-Петербург-Балтийский Октябрьской дирекции
Курган Южно-Уральской дирекции

третье место

Свердловск Свердловской дирекции
Омск Западно-Сибирской дирекции

Дистанции электроснабжения дирекций по энергообеспечению

первое место

Тверская Октябрьской дирекции
Мичуринская Юго-Восточной дирекции
Люберецкая Московской дирекции

второе место

Буйская Северной дирекции
Сальская Северо-Кавказской дирекции
Борзинская Забайкальской дирекции

третье место

Инзенская Куйбышевской дирекции
Боготольская Красноярской дирекции
Ижевская Горьковской дирекции

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ!

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ ЭС4К «ДОНЧАК»

Инж. **Н.В. САВИЧЕВ,**
преподаватель Санкт-Петербургского подразделения Октябрьского учебного центра профессиональных квалификаций

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ 2(3)ЭС4К

Электровозы серии ЭС4К «Дончак» формируют из двух головных секций (2ЭС4К) или из двух головных и одной промежуточной бустерной (3ЭС4К). Головные секции ЭС4К имеют одну кабину управления с одной стороны и межсекционный переход с другой, а бустерные — два межсекционных перехода по обоим концам. Головные секции ЭС4К содержат полный комплект оборудования и могут эксплуатироваться как одиночные локомотивы. Однако в отличие от двухкабинных электровозов Э5К их эксплуатация в таком режиме ограничена из-за неудобства обзора для машиниста при маневрировании задним ходом и необходимости разворота на конечных пунктах следования.

Два двухсекционных электровоза 2ЭС4К можно сцеплять друг с другом по системе многих единиц и управлять ими из одной кабины. Допустим также сцеп из трёх секций: двухсекционного электровоза и одной головной секции. В то же время при вцеплении бустерных секций между головными (3ЭС4К и 4ЭС4К) эксплуатация по системе многих единиц (СМЕ) с управлением из одной кабины не предусмотрена. Тем не менее два электровоза могут работать совместно. Однако секции электровозов 3ЭС4К унифицированы с 2ЭС4К и имеют розетки на лобовой части, что позволяет им в случае выцепления бустерной секции эксплуатироваться по СМЕ.

Таким образом, возможны следующие варианты составности:

- одиночная секция ЭС4К;
- двухсекционный электровоз 2ЭС4К (две головные секции, сцепленные задом друг к другу);
- два двухсекционных электровоза 2ЭС4К + 2ЭС4К (электровозы сцеплены головными частями);
- три головных секции ЭС4К + 2ЭС4К;
- трёхсекционный электровоз 3ЭС4К (две головные секции ЭС4К и бустерная между ними);
- четырёхсекционный электровоз 4ЭС4К — две головные секции ЭС4К и две бустерные между ними (на практике не создан).

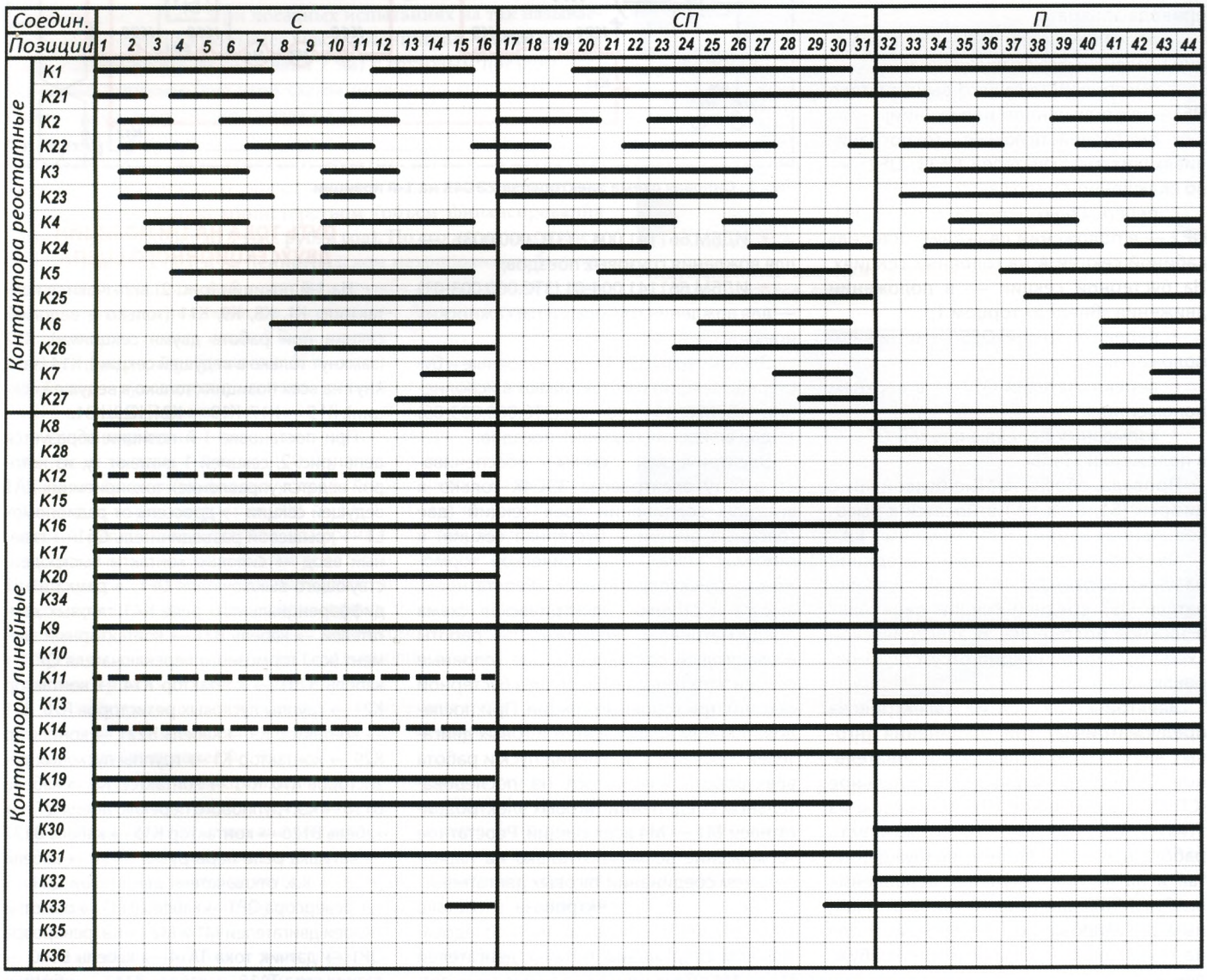


Рис. 1. Диаграмма замыкания линейных и реостатных контакторов одной секции электровоза 2ЭС4К в режиме тяги.
Контактор К14 на всех позициях замкнут только в ведущей секции, а в ведомой — начиная с 17-й позиции. Контактор К12 замкнут только в ведущей секции, а К11 — только в ведомой секции (при работе двумя секциями)

ОБЩИЕ ПОЯСНЕНИЯ К СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЕ

Электрические схемы как головных секций А и Б, так и бустерной секции электровоза условно разделены на следующие части:

- схема силовых цепей, состоящая из цепи токоприемников и цепи тяговых двигателей;
- схема вспомогательных цепей, состоящая из цепей преобразователя ПСН (U1), вспомогательных машин, обогревателей и других устройств, питающихся от преобразователя ПСН (U1);
- схема цепей управления.

Подключение электровоза к контактной сети осуществляется токоприемником ХА1 через дроссель помехоподавления L1 и быстродействующий выключатель QF1. Отвод тока от электровоза осуществляется через буксовые токосъёмные устройства ХТ1 — ХТ4.

На схеме контакты аппаратов силовой цепи показаны в следующем положении привода аппарата:

- переключателей Q1 — в положении независимого возбуждения;
- быстродействующего выключателя QF1 — в отключенном положении;
- быстродействующих токоограничивающих выключателей QF11, QF21 — во включенном положении;
- реверсивных переключателей QP1, QP2 — в положении движения «Вперед» кабиной секции А на головных секциях. На бустерной секции — в положении движения «Вперед» торцом 1;
- переключателей QS5 — в нижнем положении;
- переключателей QS7 — в верхнем положении;
- тормозных переключателей QT1 — в положении «Тяга».

Провода, обозначенные буквой «В» с цифрой (В1, В2 и т.д.) относятся к высоковольтным цепям с напряжением 3 кВ.

Для работы по системе многих единиц на электровозах 2ЭС4К + ЭС4К переключатель QS7 средней секции переводят в нижнее положение. В электрической схеме бустерной секции отсутствует переключатель QS7.

Электрическая схема электровоза предусматривает три соединения тяговых электродвигателей: последовательное (С), последовательно-параллельное (СП) и параллельное (П). На каждом из этих соединений имеется возможность работать как при полном возбуждении, так и на четырех ступенях ослабления возбуждения двигателей, либо с плавным регулированием ослабления поля на смешанном и независимом возбуждении.

Электровозы 2ЭС4К изготавливают в исполнениях:

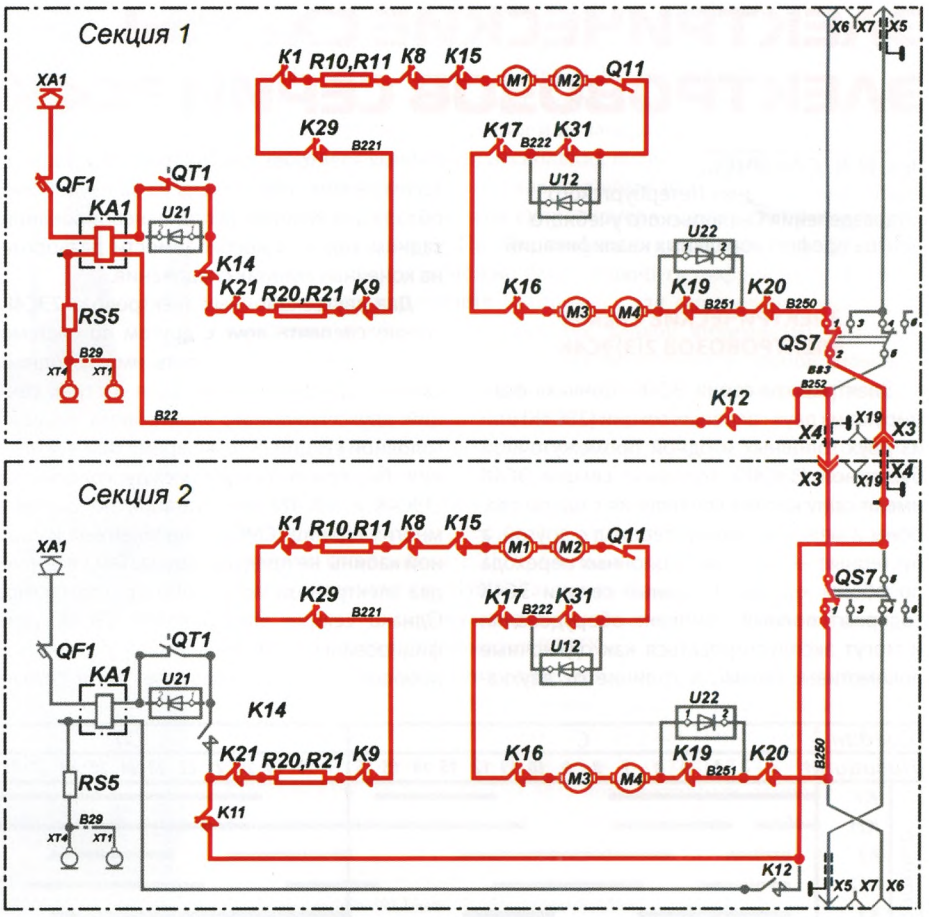


Рис. 2. Силовая схема электровоза 2ЭС4К на 1-й позиции

- ИДБМ.661141.004 (ЗТС.000.003) — для вождения грузовых поездов;
- ИДБМ.661141.004-01 (ЗТС.000.003-01) — для вождения грузовых и пассажирских поездов.

Электровозы ЗЭС4К (две головные и бустерная секции) изготавливают в исполнении ИДБМ.661141.004-05 (ЗТС.000.003-05) — для вождения грузовых поездов.

Электрическая схема обеспечивает работу электровоза ЗЭС4К только в штатном соединении трех секций (две головные секции + бустерная секция) в режимах «Тяга», «Электрическое торможение» («Рекуперативное», «Реостатное»), выбега и стоянки. Электрическая схема предусматривает возможность работы в следующей составности: две головные секции электровоза ЗЭС4К (без бустерной секции), три головные секции. При последовательном возбуждении тяговых двигателей и ручном управлении пуск и работа электровоза начинаются на последовательном соединении тяговых электродвигателей М1 — М4 всех секций. Реостатное торможение возможно только на параллельном соединении тяговых двигателей.

Пуск и работа электровоза в составе двух секций начинается на последовательном соединении тяговых двигателей М1 — М4 обеих секций, что обеспечивается с помощью контакторов, включаемых в соответствии с диаграммой на рис. 1.

ПУТЬ ТОКА НА 1-Й ПОЗИЦИИ ДВУХСЕКЦИОННОГО СЦЕПА

На 1-й позиции (рис. 2) включаются контакторы К1, К8, К9, К11 (только в ведомой секции при работе двумя секциями), К12 (замкнут только в ведущей секции), К14 (замкнут на всех позициях только в ведущей секции), К15 — К17, К19 — К21, К29, К31.

При постановке 1-й позиции образуется цепь (рис. 2, секцией 1 считают ту, из которой ведется управление): токоприемник ХА1 ведущей секции → дроссель от радиопомех L1 → крышевой разъединитель QS1 → главный ввод → силовые контакты быстродействующего выключателя QF1 → рамка н1-к1 дифференциального реле КА1 тяговых двигателей → кабель В21 → контакторный элемент (к.э.) тормозного переключателя QT1 → кабель В201 → контактор К14 → контактор К21 → группы пусковых резисторов R20, R21 → контактор К9 → кабель В221 → контактор К29 → контактор К1 → группы пусковых резисторов R10, R11 → контактор К8 → кабель В118 → к.э. группового переключателя QT1 → кабель В126 → контактор К15 → кабель В127 → катушка реле перегрузки КА11 → кабель В128 → к.э. отключателя двигателей Q11 → к.э. реверсора QP1 → кабель В131 → обмотки якорей двигателей М1 и М2 → к.э. реверсора QP1 → датчик тока ТА14 → кабель В140 → датчик тока ТА15 → кабель В142 → обмотки возбуждения двигателя М1 → кабель В143 → обмотка возбуждения двигателя М2 → ка-

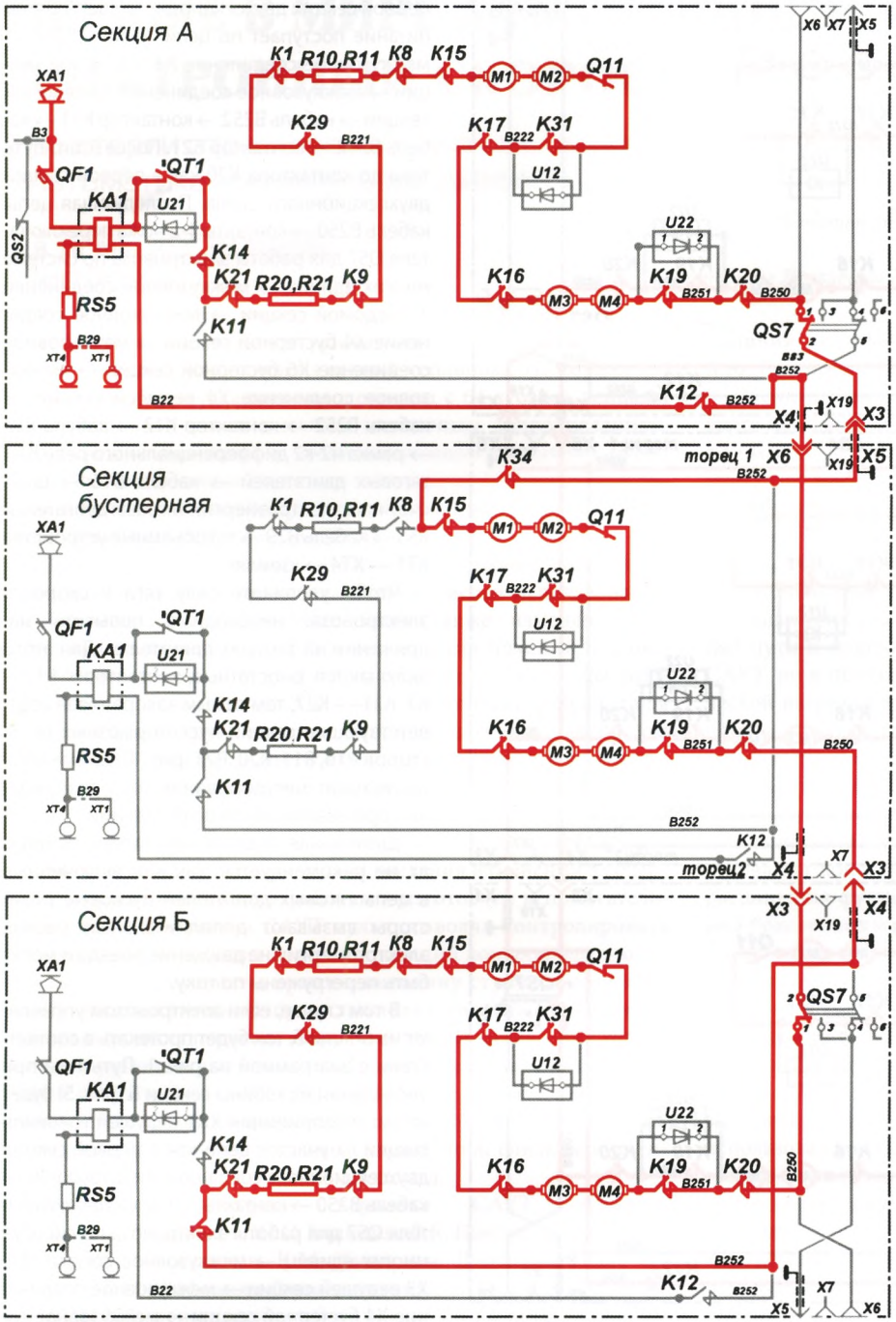


Рис. 3. Силовая схема электровоза 3ЭС4К на 1-й позиции при управлении из секции А

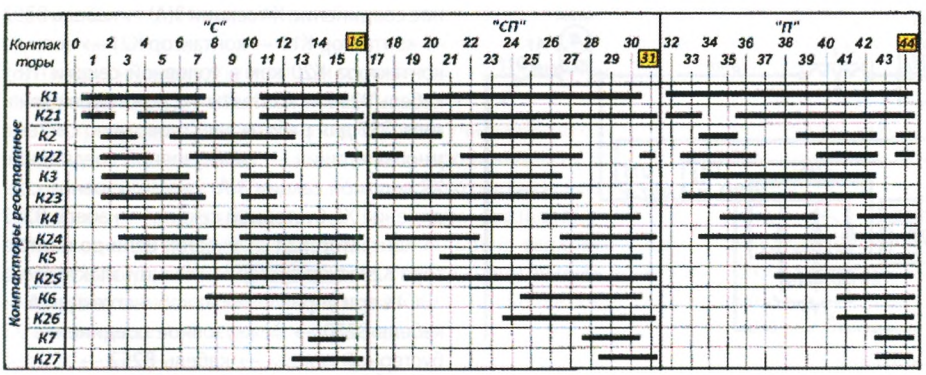


Рис. 4. Диаграмма замыкания реостатных контакторов

бель В144 → к.э. отключателя независимого возбуждения Q1 → диод преобразователя U15 → кабель В146 → к.э. отключателя независимого возбуждения Q1 → кабель В147 → к.э. тормозного переключателя QT1 → шунт амперметра якоря RS1 → кабель В168 → к.э. отключателя двигателей Q11 → кабель В170 → контактор К31 → кабель В222 → контактор К17 → кабель В226 → контактор К16 → кабель В227 → катушка реле перегрузки КА21 → кабель В228 → к.э. отключателя двигателей Q21 → кабель В230 → к.э. реверсора QP2 → кабель В231 → обмотки якорей двигателей М3 и М4 → к.э. реверсора QP2 → датчик тока ТА24 → кабель В240 → датчик тока ТА25 → кабель В242 → обмотка возбуждения двигателя М3 → кабель В243 → обмотка возбуждения двигателя М4 → кабель В224 → к.э. отключателя независимого возбуждения Q1 → кабель В272 → преобразователь U25 → кабель В246 → к.э. отключателя независимого возбуждения Q1 → кабель В247 → шунт амперметра возбуждения RS2 → кабель В268 → к.э. тормозного переключателя QT1 → кабель В267 → к.э. отключателя двигателей Q21 → кабель В249 → контактор К19 → кабель В251 → контактор К20 → кабель В250 → нож переключателя QS7 для работы электровоза по системе многих единиц → межкузовное соединение первой секции Х3 → межкузовное соединение второй секции Х4 → кабель В252 → контактор К11 → кабель В202 → контактор К21. Далее путь тока до контактора К20 такой же, как и в первой секции. Затем ток протекает по цепи: разъединитель QS7 второй секции → межкузовное соединение Х3 второй секции → межкузовное соединение Х4 первой секции → кабель В252 → контактор К12 → рамка н2-к2 дифференциального реле КА1 тяговых двигателей → кабель В27 → шунт счетчика электроэнергии тяговых двигателей RS5 → кабель В28 → шунт счетчика электроэнергии отопления поезда RS6 → токосъемные устройства ХТ1 — ХТ4 → «земля».

ПУТЬ ТОКА НА 1-Й ПОЗИЦИИ В СИЛОВОЙ ЦЕПИ ТРЕХСЕКЦИОННОГО СЦЕПА С БУСТЕРНОЙ СЕКЦИЕЙ

Пуск и работа электровоза 3ЭС4К в составе трех секций начинается на последовательном соединении тяговых двигателей М1 — М4 трех секций, что обеспечивается с помощью контакторов, включаемых в соответствии с диаграммой на рис. 1. В соответствии с Инструкцией ЦТ-ЦЭ № 844 трогание поезда производится при трех поднятых токоприемниках и последовательном соединении всех двенадцати тяговых двигателей.

На 1-й позиции включаются контакторы К1, К8, К9, К11 (только в ведомой секции при работе двумя секциями), К12 (замкнут только в ведущей секции), К14 (замкнут на всех позициях только в ведущей секции), К15 — К17, К19 — К21, К29, К31.

На головных секциях электровоза 3ЭС4К включаются те же контакторы, что и на головных секциях электровоза 2ЭС4К, а на бустерной секции — контакторы К9, К15 — К17 — К20, К29, К31, К34.

При наборе 1-й позиции образуется цепь (рис. 3): токоприемник ХА1 ведущей головной секции А → участок цепи до контактора К20 как в первой секции двухсекционного сцепа

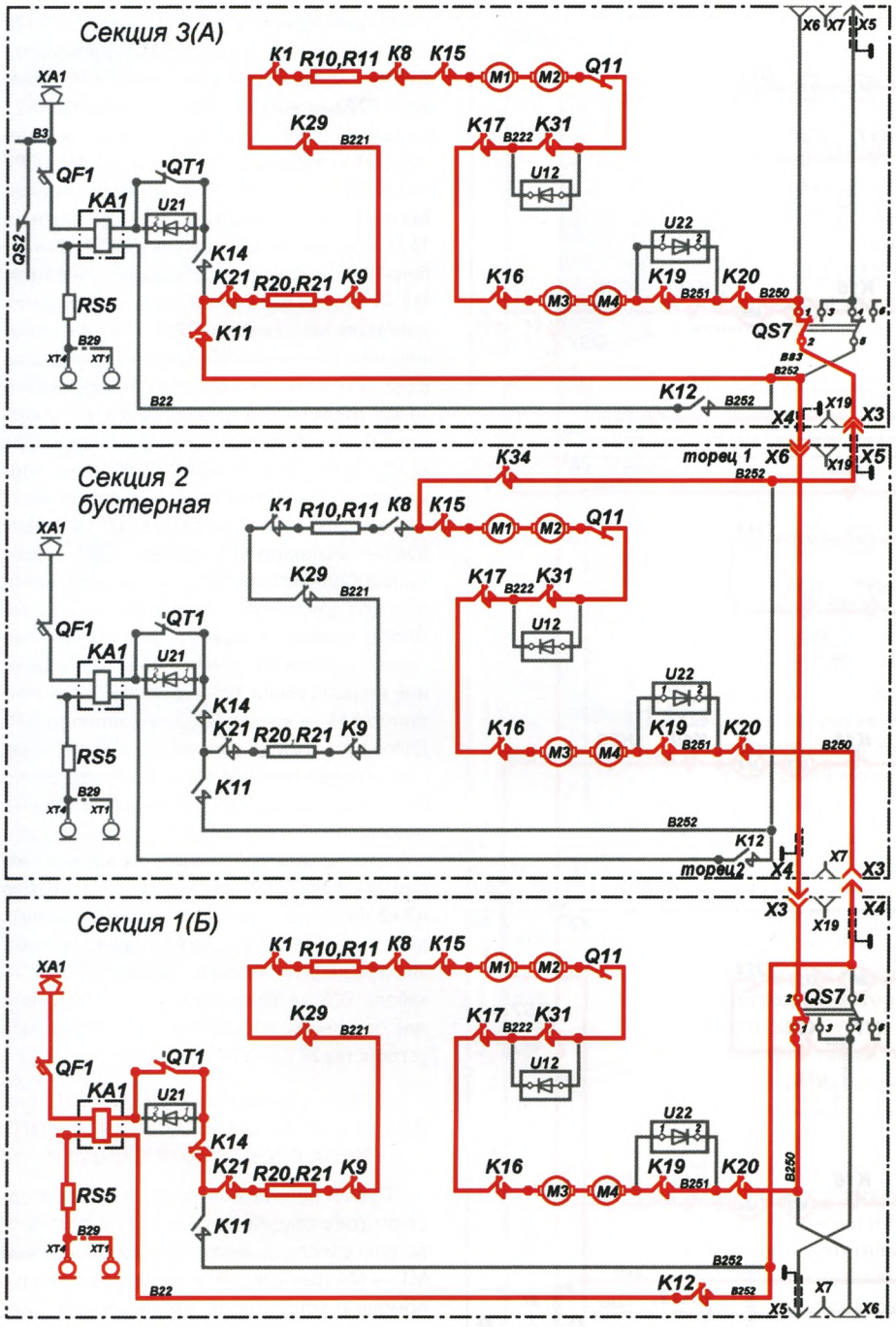


Рис. 5. Силовая схема электровоза ЗЭС4К на 1-й позиции при управлении из секции Б

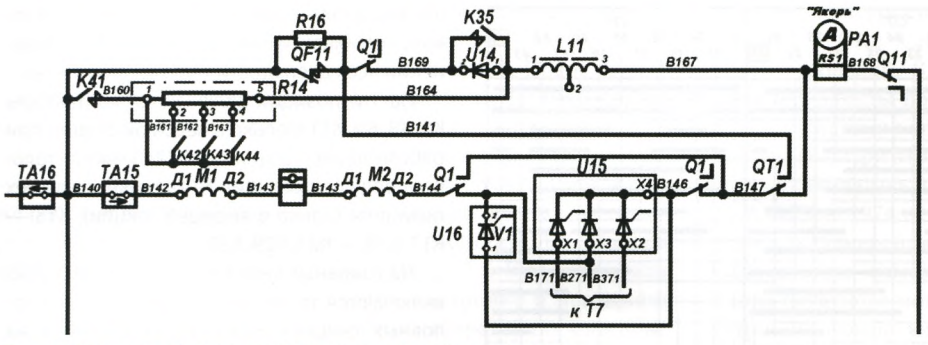


Рис. 6. Цепь ослабления возбуждения тяговых двигателей

→ кабель В250 → контакты 1-2 ножа переключателя QS7 для работы электровоза по системе многих единиц → межкузовное соединение Х3 ведущей секции → межкузовное соединение Х5 бустерной секции → кабель В252 → контактор К34 → кабель В126 → контактор К15. Далее ток протекает через двигатели М1-М2 и М3-М4 до контактора К20 как в первой секции двухсекционного сцепа. Затем питание поступает по цепи: кабель В250 → межкузовное соединение Х3 бустерной секции → межкузовное соединение Х4 ведомой секции → кабель В252 → контактор К11 → кабель В202 → контактор К21. После этого путь тока до контактора К20 как в первой секции двухсекционного сцепа. Последующая цепь: кабель В250 → контакты 1-2 ножа переключателя QS7 для работы электровоза по системе многих единиц → межкузовное соединение Х3 ведомой секции → межкузовное соединение Х4 бустерной секции → межкузовное соединение Х6 бустерной секции → межкузовное соединение Х4 ведущей секции → кабель В252 → контактор К12 → кабель В22 → рамка н2-к2 дифференциального реле КА1 тяговых двигателей → кабель В16 → шунт счетчика электроэнергии тяговых двигателей RS5 → кабель В29 → токосъемные устройства ХТ1 — ХТ4 → «земля».

Чтобы увеличить силу тяги и скорость электровоза, необходимо повысить напряжение на тяговых двигателях. Для этого включаются реостатные контакторы К1 — К7, К21 — К27, тем самым закорачивая соответствующие секции пускотормозных резисторов R10, R11, R20, R21 (рис. 4). Кроме того, происходит регулирование тока возбуждения при независимом возбуждении.

Длительная езда на реостатных позициях не рекомендуется, так как включенные в цепь тяговых двигателей пусковые резисторы вызывают дополнительный расход электроэнергии на движение поезда и могут быть перегружены по току.

В том случае, если электровозом управляют из секции Б, ток будет протекать в соответствии с диаграммой на рис. 1. Путь тока при управлении из кабины секции Б (рис. 5) будет иным: токоприемник ХА1 ведущей головной секции → участок цепи как в первой секции двухсекционного сцепа до контактора К20 → кабель В250 → контакты 1-2 ножа переключателя QS7 для работы электровоза по системе многих единиц → межкузовное соединение Х3 ведущей секции → межкузовное соединение Х4 бустерной секции → межкузовное соединение Х6 бустерной секции →межкузовное соединение Х4 секции 3(А) → кабель В252 → контактор К11 → контактор К21 → цепь до контактора К20 как в головной секции 1(Б): кабель В250 → контакты 1-2 ножа переключателя QS7 для работы электровоза по системе многих единиц → межкузовное соединение Х3 ведомой секции 3(А) → межкузовное соединение Х5 бустерной секции → кабель В252 → контактор К34 → участок цепи до контактора К20 как в бустерной секции электровоза ЗЭС4К при управлении из кабины секции А → кабель В250 → межкузовное соединение Х3 бустерной секции → кабель В252 → контактор К12 → кабель В22 → рамка н2-к2 дифференциального реле КА1 тягового двигателя → кабель В16 → шунт счетчика электроэнергии тяговых двигателей RS5 → кабель В29 → токосъемные устройства ХТ1 — ХТ4 → «земля».

Позиция 16 является ходовой (безреостатной), поскольку пусковые резисторы полностью выведены, и вся потребляемая электроэнергия идет на питание тяговых двигателей. После полного выведения из цепи тяговых двигателей пускотормозных резисторов R10, R11, R20, R21 дальнейшее увеличение скорости электровоза достигается ослаблением возбуждения тяговых двигателей путем шунтирования обмоток возбуждения резисторами R14, R24 и последовательно соединенными с ними индуктивными шунтами L11, L21 (рис. 6). Индуктивные шунты предназначены для снижения бросков тока и облегчения условий коммутации тяговых электродвигателей при колебаниях напряжения в контактной сети или его восстановления после кратковременного снятия.

На электровозах серии ЭС4К предусмотрены четыре ступени ослабления возбуждения:

- первая ступень — ОП1 — 79 % (включены К41, К51);
- вторая ступень — ОП2 — 64 % (включены К41, К42, К51, К52);
- третья ступень — ОП3 — 52 % (включены К41 — К43, К51 — К53);
- четвертая ступень — ОП4 — 43 % (включены К41 — К44, К51 — К54).

Это означает, что через обмотку возбуждения протекает 79, 64, 52 или 43 % тока якоря.

Первая ступень ослабления поля тяговых двигателей реализуется включением контакторов ослабления поля К41, К51. При этом параллельно обмотке возбуждения тяговых двигателей подсоединяются резисторы R14, R24 и последовательно включенные с ними индуктивные шунты L11, L21. Для получения более глубокого ослабления поля включают контакторы К42 — К44, К52 — К54.

Ток якорей тяговых двигателей измеряет амперметр РА1, ток возбуждения — амперметр РА2. Приборы подключены к измерительным шунтам RS1 и RS2.

РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО НАЖАТИЯ ДЛЯ МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В.П. ЕГОРОВ, Е.А. БУРГСДОРФ,
г. Москва

Расчет тормозного нажатия для машинистов моторвагонного подвижного состава (МВПС) всегда был не очень понятным делом, так как по роду своей деятельности им не приходится с этим сталкиваться. Данным вопросом хорошо владеют машинисты локомотивов (особенно грузового движения). После выхода в свет новых Правил технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава, утвержденных Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 6 — 7 мая 2014 г. № 60) и приказом Минтранса России от 03.06.2014 г. № 151, вопрос обеспечения тормозным нажатием МВПС из этого документа был вообще исключен. Тем не менее, исходя из требований безопасности движения, данному вопросу должно уделяться не меньшее внимание, как и для поездов с локомотивной тягой.

Перед тем как перейти к рассмотрению вопросов подсчета тормозного нажатия (на примере электропоезда ЭП2Д), сначала разберемся с определениями тормозного нажатия, которые часто не знают и путают локомотивные бригады МВПС.

Расчетное тормозное нажатие — условно принятое нажатие, которое определяется только на стоянке. Оно берется из таблицы III.3 вышеуказанных Правил. В данном документе это нажатие называется просто «нажатие тормозных колодок на ось, тс». Для электропоезда ЭП2Д расчетное тормозное нажатие следует брать из Инструкции о порядке проверки тормозного оборудования и управления тормозами 377.45.00.000. ИС.

Фактическое тормозное нажатие определяется при движении поезда после выполнения экстренного торможения. В зависимости от скорости и длины тормозного пути оно берется из номограмм.

Действительное тормозное нажатие складывается из давления в тормозных цилиндрах, диаметра тормозных цилиндров, КПД рычажной передачи (за вычетом усилия оттормаживающей пружины).

Требуемое тормозное нажатие — наименьшее допустимое тормозное нажатие для данного веса и категории поезда, при котором разрешается следование с максимально разрешенной скоростью, определяемой графиком движения, техническими возможностями верхнего строения пути, а также показаниями сигналов.

Обратимся теперь к документации на электропоезд ЭП2Д, а именно, к Инструкции о порядке проверки тормозного оборудования и управления тормозами 377.45.00.000. ИС. В данном документе приведены расчетные данные для подсчета тормозного нажатия (данные для следования в «холодном» состоянии). При следовании в «холодном» состоянии с непереставленной тормозной рычажной передачей на транспортное положение масса вагонов электропоезда ЭП2Д составляет: головной немоторный — 51,5 т, моторный — 65,0 т, немоторный (прицепной) — 46,7 т, головной моторный — 68,5 т. Таким образом, общий вес 11-вагонного состава составляет 614,8 т. При перестановке рычажной тормозной передачи в транспортное («холодное») положение тормозной коэффициент принимается равным 0,3.

Вес вагонов электропоезда при расчетной населенности (эти данные справедливы для электропоезда в режиме нормальной эксплуатации) составляет: головного немоторного — 61,0 т, моторного — 77,7 т, немоторного (прицепного) — 59,4 т, головного моторного — 78,4 т.

Нажатие одной оси составляет: моторного вагона — 13,2 тс, головного немоторного и немоторного (прицепного) вагонов — 8,5 тс.

Имея эти данные, можно легко подсчитать обеспеченность электропоезда тормозным нажатием. Исходя из того, что минимальное тормозное нажатие принимается как 60 тс на 100 т веса поезда (т.е. тормозной коэффициент 0,6), подсчитаем расчетный вес электропоезда ЭП2Д в 11-вагонной составности. Для этого нужно сложить расчетный вес всех вагонов электропоезда. В результате получаем величину 748,1 т.

Имея расчетный вес, найдем требуемое тормозное нажатие для этого веса поезда. Для этого составим пропорцию: 60 тс — 100 т, Х — 748,1 т (здесь Х — требуемое тормозное нажатие). Решив данную пропорцию (60 · 748,1/100), получим значение 448,86 тс. Округлив полученное значение в большую сторону, получим требуемое тормозное нажатие 449 тс.

Теперь необходимо подсчитать, какое мы имеем расчетное тормозное нажатие (оно зависит от числа включенных тормозных осей в составе). При полностью включенных тормозных осях получаем: 5 моторных вагонов — 264 тс (20 осей по 13,2 тс), 2 головных немоторных и 4 немоторных (прицепных) вагонов — 205 тс (24 оси по 8,5 тс). Сложив нажатия моторных и остальных вагонов поезда, получим 264 + 205 = 469 тс. Сравнив значения полученного нажатия и требуемого, имеем: 469 – 449 = 20 тс. Таким образом, получается запас в 20 тс по расчетному тормозному нажатию. В данной ситуации можно при необходимости отключить только одну тележку немоторного (прицепного) или головного немоторного вагона и следовать далее без снижения максимальной скорости.

В случае необходимости отключения большего числа тормозных осей в электропоезде необходимо выполнить перерасчет минимального тормозного нажатия. В зависимости от полученной величины скорость дальнейшего следования следует снизить, исходя из таблицы III.2 вышеупомянутых Правил.

МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТЯГОВОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ТЕПЛОВОЗОВ 2ТЭ116У

Ф.Ю. ЧУБ,
заместитель генерального директора по производству
ООО «СмартЛоко», г. Санкт-Петербург

В статье описана методика обнаружения и устранения неисправностей тягового выпрямителя грузовых магистральных тепловозов 2ТЭ116У, подготовленная на основе обобщения многолетнего опыта ремонта данных локомотивов. Материал будет полезен работникам, связанным с техническим обслуживанием и текущим ремонтом тепловозов данной серии.

Нарушение токораспределения. Нарушение токораспределения тяговых двигателей является одной из наиболее распространенных неисправностей в силовой электрической схеме тепловозов 2ТЭ116У(УМ). Она проявляется в виде снижения тока одного из тяговых двигателей (ТЭД) и определяется при помощи отображения кадра «ТЭД» на экране дисплейного модуля. В управляющую программу устройства обработки информации (УОИ) заложена функция ограничения приращения мощности при разности токов по ТЭД более 30 %. Данная неисправность не является боксованием колесных пар при условии того, что не включается зуммер боксования.

Причинами данной неисправности могут являться:

- ✓ неисправность датчиков пути и скорости ДПС-У-01;
- ✓ оплавление силовых контактов и ослабление притирающих пружин группового контактора ослабления поля;
- ✓ нарушение прилегания силовых контактов группового контактора ослабления поля;
- ✓ оплавление и нарушение прилегания силовых контактов реверсивного и тормозных переключателей;
- ✓ оплавление и нарушение прилегания силового контакта поездного контактора;
- ✓ неисправность модулей преобразования первичной частоты МППЧ блока кремниевых выпрямителей БВК-1012РМ;
- ✓ неисправность УОИ;
- ✓ неисправность преобразователей тока ПН-1;
- ✓ обрыв в цепях управления;
- ✓ срабатывание предохранителя ПП-57-800, сопровождающееся «зависанием» сигнального концевого выключателя;
- ✓ неисправность тиристора;
- ✓ нарушение синхронизации;
- ✓ неисправность тягового двигателя.

Для определения причины неисправности следует снять параметры с жесткого диска дисплейного модуля и произвести анализ данных. Далее следует проверить работу датчиков ДПС-У-01, изменение тока и напряжения при включении контакторов ослабления поля, проверить отсутствие признака боксования и изменения углов открытия тиристоров выпрямительной установки.

Если в ходе диагностики неисправностей не выявлено, необходимо выполнить осмотр реверсивного и тормозного переключателей, поездных контакторов и их измерительных шунтов, крепления токоведущих шин выпрямительной установки.

При наличии воздуха в тормозных цилиндрах следует выполнить сбор режима тяги и во вкладке «ТЭД» дисплейного модуля (рис. 1) проконтролировать значения токов и напряжений, выявив тяговый двигатель с наименьшим током.

Отключив тумблеры отключателей моторов ОМ1 — ОМ6, следует перевести рукоятку контроллера в 1-ю позицию, контролируя при этом наличие индикации светодиодов на платах формирования импульсов (рис. 2). При отсутствии индикации плату следует заменить.

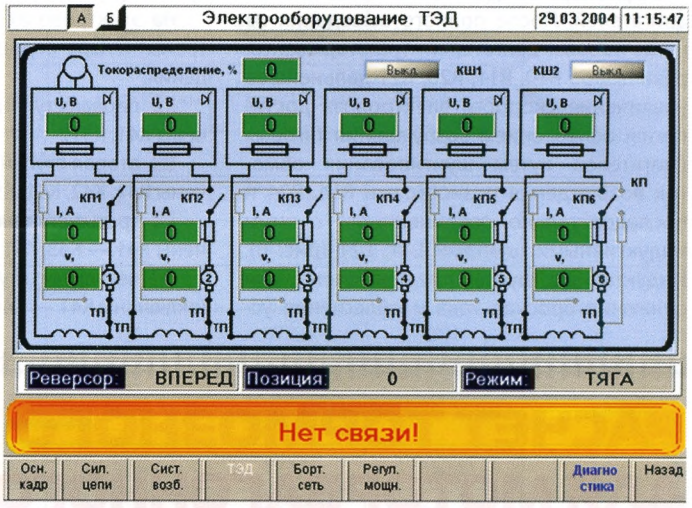


Рис. 1. Вид окна «Электрооборудование. ТЭД» экрана дисплейного модуля



Рис. 2. Расположение светодиодов на плате формирования импульсов (ПФИ)

Если индикация на всех платах формирования импульсов (ПФИ) присутствует, необходимо повторить процедуру, описанную выше, замерив при этом значения напряжений на выходе ПФИ.

Для выпрямительной установки М-ТПП-3600-ДЛ-У2 (ООО «РИФ», Z-образная ПФИ) значение напряжения не должно быть ниже 1,6 В (рис. 3).

Для выпрямительной установки М-ТПП-3600-ДЛ-М1 (ОАО «Электровыпрямитель», Г-образная ПФИ) значение напряже-

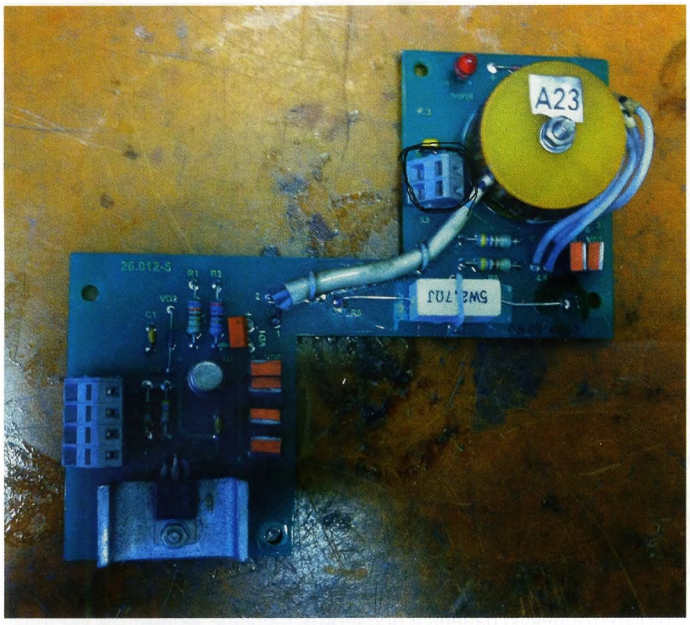


Рис. 3. Общий вид Z-образной ПФИ

ния не должно быть ниже 0,6 В (рис. 4). В случае, если напряжения окажутся ниже указанных выше значений, следует заменить ПФИ.

Наиболее часто встречающимися неисправностями, связанными с нарушением токораспределения по ТЭД, помимо неисправности ВУ, являются:

- ☑ заброс датчиков пути и скорости ДПС-У-01;
- ☑ нарушение токораспределения при срабатывании КШ (появление переходных сопротивлений в резисторах ослабления поля, нарушение контакта силовых контактных групп);
- ☑ неисправность ТЭД (оплавление петушков, переброс по щеткодержателям, нарушение токосъема);
- ☑ неправильная регулировка выхода штоков ТЦ;
- ☑ неисправность модулей БК, БОАД, БУВ, БОЧД в шкафу УОИ.

Срабатывание быстродействующего предохранителя ПП-57-800 (Ferraz Shuwmat). При срабатывании предохранителя ПП-57-800 (Ferraz Shuwmat) разрывается цепь анодного напряжения одной из фаз, размыкаются нормально замкнутые контакты концевого выключателя и в устройство обработки информации перестает поступать дискретный сигнал уровнем 110 V DC. Во избежание перегрузки тиристоров двух других фаз канала ВУ, УОИ закрывает тиристоры, вследствие чего напряжение пропадает, так как нет признака отключения ТЭД неисправного канала.

При формировании обратного сигнала по мощности УОИ продолжает учитывать неисправный канал с нулевыми значениями тока и напряжения. В регуляторе мощности УОИ формируется управляющий сигнал, при котором уставка по мощности больше обратной связи, что должно привести к увеличению напряжения тягового генератора и перегрузке ТЭД. Во избежание данного фактора, при срабатывании сигнализации о неисправности предохранителя УОИ ограничивает прирост мощности на 1/6 от номинального значения.

Основными причинами данной неисправности являются:

- пробой тиристора соответствующей фазы;
- пробой защитного диода канала ВУ;
- межфазное замыкание;
- ослабление крепления токоведущих шин;
- неисправность ТЭД и тягового редуктора.

Для определения причины данной неисправности следует снять параметры с жесткого диска дисплейного модуля и произвести анализ данных. При анализе данных следует обратить особое внимание на условия возникновения неисправности (значения токов и напряжения, наличие отключенных ТЭД, исправность противобоксовочной защиты).

Необходимо также выполнить осмотр реверсивного и тормозного переключателей, поездных контакторов, ТЭД, надежность крепления токоведущих элементов.

Если осмотр результатов не принес, необходимо выполнить проверку тиристоров на «пробой». Для этого нужно установить на мультиметре режим проверки сопротивления «200 Ом». Приложив один из щупов мультиметра к плюсовой шине и поочередно прикладывая второй щуп к фазным шинам, следует проверить целостность тиристоров плюсового полупериода (рис. 5). Прикладывая щуп мультиметра к отрицательной шине, действуя тем же порядком, следует проверить целостность тиристоров отрицательного полупериода.

При неисправности тиристора значение сопротивления будет близким к нулевому, при исправном — будет отображаться значение «1». При отклонении значения сопротивления от «1» неисправный тиристор следует заменить, а затем заменить предохранитель.

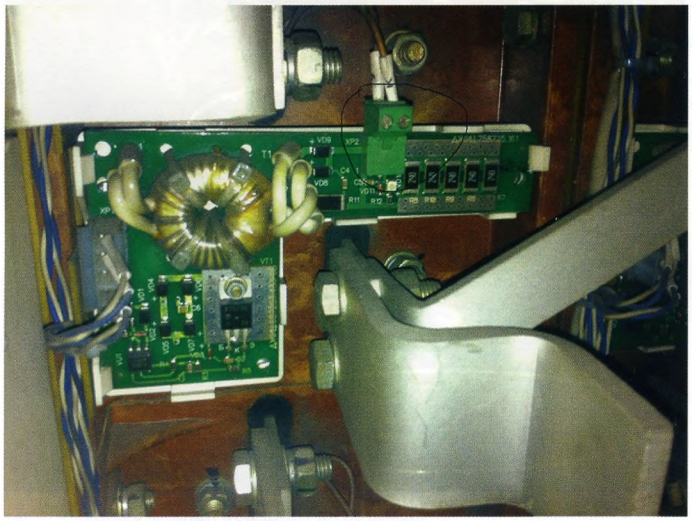


Рис. 4. Общий вид Г-образной ПФИ

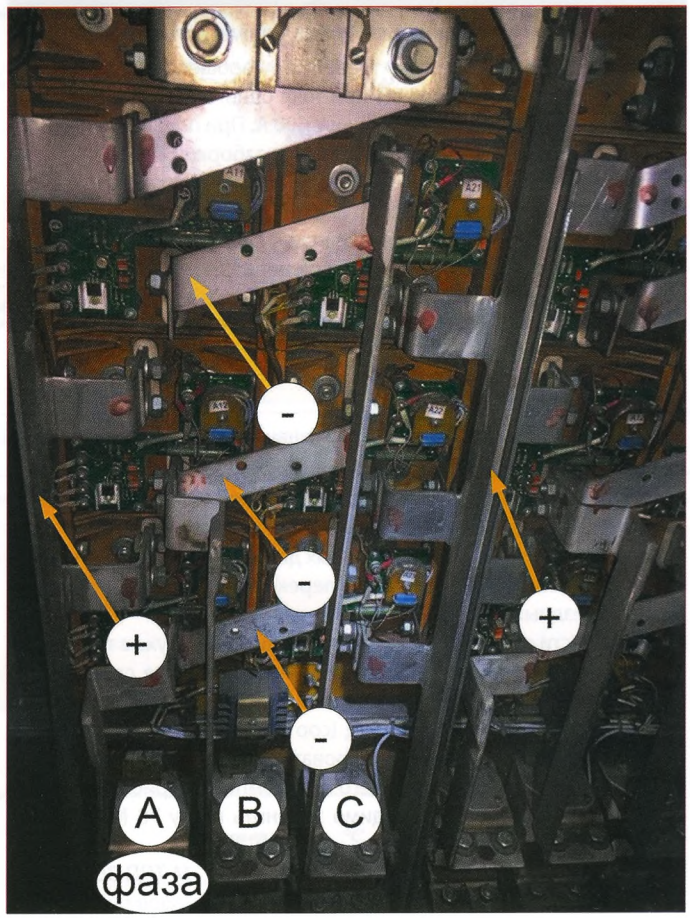


Рис. 5. Схема проверки тиристоров на «пробой»

Также следует произвести проверку защитного диода и диода реостатного тормоза. Для этого на мультиметре необходимо выставить режим проверки диодов. Прикладывая положительный щуп к аноду, а отрицательный к катоду (рис. 6), диод должен открыться, а поменяв щупы местами — диод должен закрыться (отобразиться значение «1» на дисплее мультиметра). Если диод прозванивается в обе стороны или не прозванивается совсем, следует произвести его замену, а затем заменить предохранитель.

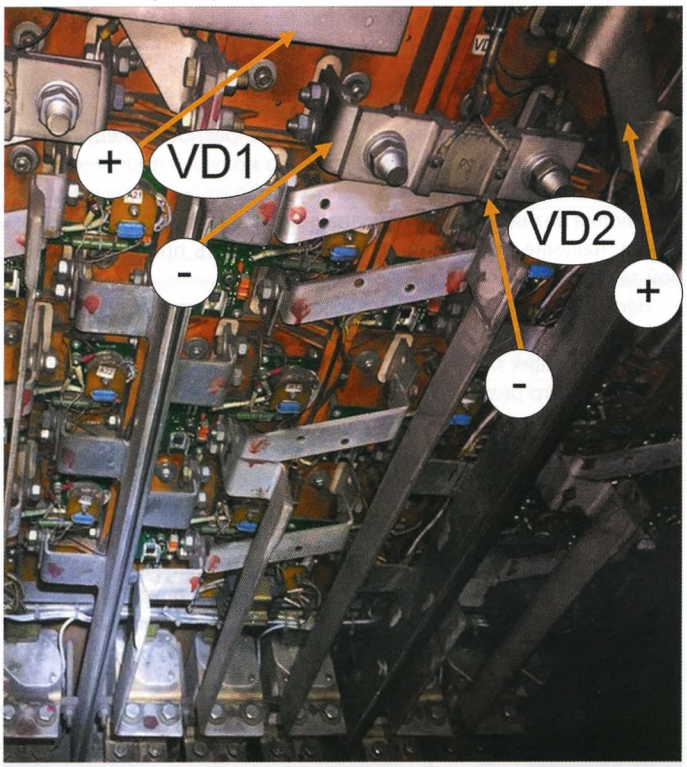


Рис. 6. Схема проверки защитного диода и диода реостатного тормоза

Обрыв цепи ТЭД. Данное тревожное сообщение отображается на экране дисплейного модуля при токе одного из ТЭД менее 20 А, если суммарный ток всех ТЭД больше 600 А. При появлении данного сообщения происходит сброс нагрузки с разборкой схемы.

Основными причинами данной неисправности являются:

- разрушение щеток ТЭД;
- обрыв и разбандажировка обмоток ТЭД;
- нарушение целостности силовой цепи;
- неисправность ВУ;
- неисправность МППЧ (для ВУ М-ТПП-3600 ДЛ-М1 ОАО «Электровыпрямитель);
- неисправность УОИ;
- неисправность ПН-1.

Для обнаружения причины данной неисправности следует снять параметры с жесткого диска дисплейного модуля и произвести анализ данных, обратив при этом особое внимание на наличие напряжения в неисправном канале, включение поездного контактора.

Следует выполнить осмотр тяговых двигателей, поездных контакторов, реверсивного и тормозного переключателей, измерительных шунтов поездных контакторов.

Произвести сборку схемы тяги (при наличии воздуха в тормозных цилиндрах). Во вкладке «ТЭД» на дисплейном модуле следует проконтролировать значения напряжений и токов ТЭД. В случае отсутствия напряжения одного из ТЭД (соответственно, и тока) следует открыть шкаф УОИ и проконтролировать наличие индикации на платах УВ соответствующего рабочего полукомплекта (рис. 7). В случае отсутствия индикации необходимо заменить плату УВ (отсчет плат ведется слева направо).

Если индикация присутствует, для ВУ М-ТПП-3600-ДЛ-У2 (ООО «РИФ») следует проверить свечение светодиодов распределительных трансформаторов на торцевой панели ВУ (рис. 8).



Рис. 7. Индикация на платах УВ в устройстве обработки информации

Для ВУ М-ТПП-3600-ДЛ-М1 (ОАО «Электровыпрямитель») следует открыть торцевую панель и проверить наличие индикации светодиода и выходного напряжения 24 V AC на платах МППЧ (рис. 9).

Если все вышеперечисленные проверки к положительному результату не привели, следует открыть боковые крышки ВУ, отключить тумблеры отключателей моторов ОМ1 — ОМ6, собрать схему тяги (при наличии воздуха в ТЦ), установив контроллер машиниста в 1-ю позицию. Мультиметром следует проверить наличие напряжения уровнем 12 V DC на выходных зажимах 2, 3 (4, 5).

На плате формирования импульсов следует проверить наличие напряжения уровнем 9 — 18 В AC на зажимах 1, 4 (1, 2) ПФИ. Для Z-образного ПФИ (зажимы 2, 3) и Г-образного ПФИ (зажимы 4, 5) оно должно составлять 12 В постоянного тока. Для Z-образного ПФИ (за-



Рис. 8. Расположение светодиодов на торцевой панели выпрямительной установки ВУ М-ТПП-3600-ДЛ-У2 (ООО «РИФ»)

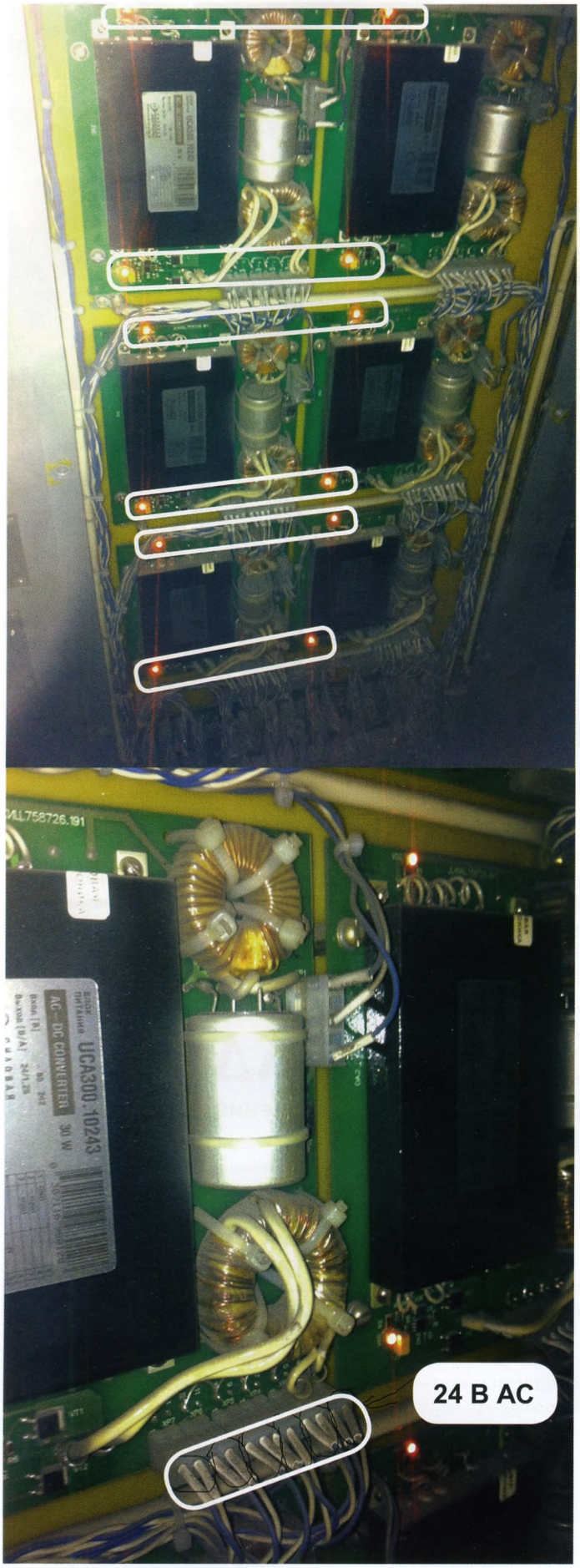


Рис. 9. Расположение светодиодов на торцевой панели выпрямительной установки ВУ М-ТПП-3600-ДЛ-М1 (ОАО «Электровыпрямитель»)

жимы 1, 4) и для Г-образного ПФИ (зажимы 1, 2) напряжение должно составлять 9 — 18 В переменного тока (см. рис. 3, 4).

Для выпрямителя ВУ М-ТПП-3600-ДЛ-М1 в 99 % неисправностей нет сигнала управления от УОИ 12 В постоянного тока из-за неисправности диодов IN4007 платы диодного режима ПДР, расположенной в нижней части торцевой панели ВУ (рис. 10). Для быстрого устранения данной неисправности рекомендуется на плате ПДР соединить перемычками входные и выходные разъемы согласно монтажной схеме.



Рис. 10. Общий вид платы диодного режима (нижняя часть торцевой панели ВУ)

В случае, если все вышеперечисленные проверки дали положительные результаты, следует поменять местами платы ОАД в шкафу УОИ, включить тумблеры ОМ1 — ОМ6, собрать схему тяги и проверить, не перекинулась ли неисправность на другой тяговый двигателель.

В случае наличия напряжения и отсутствия тока необходимо проверить крепление входных проводов на измерительном шунте соответствующего поездного контактора, заменить преобразователь ПН-1 соответствующего ТЭД, заменить плату ОАД в шкафу УОИ.

Отсутствие синхронизации переменного (анодного напряжения) напряжения с управляющим сигналом УОИ. Отсутствие синхронизации может проявляться в виде нарушения токораспределения по ТЭД, отсутствия напряжения и тока одной из тележек. Системой МСУ-ТП выдача тревожного сообщения в этом случае не предусмотрена. При пропадании по какому-либо каналу синхронизации система МСУ-ТП во избежание перегрузки звезды тягового генератора перестает вырабатывать управляющие импульсы открытия тиристоров одной из тележек. Данная неисправность, как правило, вызвана выходом из строя трансформатора синхронизации. Неправильное подключение фазных проводов, обычно, приводит лишь к нарушению токораспределения и миганию светодиодов на УВ только в режиме тяги.

Основными причинами данной неисправности являются:

- неисправность трансформатора синхронизации;
- обрыв фазного провода;
- обрыв нулевого провода;
- неправильное подключение фазного провода;
- неисправность платы ПВБУВ в шкафу УОИ.

Для определения причины данной неисправности следует открыть вкладку на дисплейном модуле «Система. Возбуждение» и проконтролировать наличие напряжения холостого хода, которое должно составлять 110 В.

Открыв шкаф УОИ, следует проверить наличие индикации на платах УВ (на трех из шести плат индикация будет мигающей). Если мигающая индикация присутствует только на первых трех платах, то это говорит о том, что отсутствует синхронизация на первой тележке, если вторые три — то нет синхронизации на второй тележке.



Рис. 11. Расположение разъемов XP1, XP2 на выпрямительной установке

При отсутствии синхронизации в первой тележке необходимо открыть переднюю крышку ВУ и проверить целостность фазных проводов и правильность их подключения (см. рис. 5). Подключение должно быть слева направо — С–В–А (третий ПП-57, второй ПП-57, первый ПП-57). Далее необходимо поменять местами разъемы XP1, XP2 (рис. 11) и проверить, не перекинулась ли мигающая индикация на другие платы УВ. Если перекинулась, то это свидетельствует о неисправности в ВУ, иначе — в плате ПВ БУВ или в жгуте XP1 — XP15.

Следует проверить переменные напряжения в разъеме XP1 на ВУ между штырями 47-48, 48-49, 47-49 — их значения должны быть одинаковыми. Если значения различны или вовсе отсутствуют, то это



Рис. 12. Расположение трансформатора синхронизации

говорит о неправильном подключении или неисправности трансформатора синхронизации (рис. 12).

Далее необходимо проверить переменные напряжения в разъеме XP1 на ВУ между штырями 47-50, 48-50, 49-50 (их значения должны быть одинаковы). Разные значения будут свидетельствовать о неисправности трансформатора синхронизации или обрыве нулевого провода.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

В электропоездах «Иволга» обеспечивается защита от распространения инфекции

Современные технические решения, реализованные в электропоездах «Иволга» производства Тверского вагоностроительного завода (ОАО «ТВЗ», входит в состав АО «Трансмашхолдинг»), позволяют сдерживать распространение COVID-19 и других вирусных заболеваний. Об этом сообщили в Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям холдинга.

Все электропоезда оборудованы системами микроклимата и обеззараживания воздуха. Установки имеют специальные бактерицидные лампы (УФ-лампы), проходя через которые, атмосферный воздух очищается от вирусов и бактерий и затем поступает в пассажирские салоны.

— Ультрафиолет убивает 99,99 % микробов. Об этом свидетельствуют тесты Роспотребнадзора. Люди в поезде дышат действительно очищенным воздухом и в меньшей степени подвержены воздействию болезнетворных инфекций и микроорганизмов,— говорит руководитель управления продуктового и технического маркетинга дирекции по развитию пассажирского транспорта АО «Трансмашхолдинг» Валерия Шарафутдинова. — Сейчас, в период распространения коронавирусной инфекции, системы обеззараживания работают как во время эксплуатации, так и во время стоянок электропоездов в депо.

Благодаря возможности сквозного прохода по всему поезду, в «Иволге» обеспечивается беспрепятственное и бесконтактное перемещение пассажиров. В туалетных комнатах, которые расположены в головных вагонах «Иволги», используется оборудование (краны, дозаторы для мыла, сушилки для рук) с сенсорными датчиками. Таким образом, существенно снижается возможность заражения контактным путем.

На сегодняшний день все современные пассажирские вагоны и электропоезда, выпускаемые в ТМХ, оснащены системами обеззараживания воздуха и обеспечивают соблюдение действующих санитарно-гигиенических норм.

По материалам Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям АО «Трансмашхолдинг»

ПРЕДУПРЕДИТЬ ВОЗГОРАНИЯ ПУСКОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Опыт сервисного депо Иркутское

Инж. **В.В. БОНДАРИК,**
сервисное локомотивное депо Иркутское

Повреждения пусковых двигателей на электровозах 2(3)ЭС5К «Ермак» из-за превышения допустимой температуры и последующего значительного термического воздействия на окружающее оборудование фиксируют довольно регулярно. Это указывает на конструктивный недостаток схемного решения данного узла локомотива. Так, в 2018 г. произошли возгорания пусковых двигателей на электровозах 3ЭС5К № 018 и 019, приписанных к депо Иркутск-Сортировочный Восточно-Сибирской дирекции тяги. На первом из них термические повреждения распространились от компрессорного отсека до трансформаторного. В итоге вышли из строя электрическая аппаратура и тяговый трансформатор. Устранение последствий аварии второго локомотива на ремонтном заводе обошлось в 5 млн руб.

Встречаются также случаи, когда локомотивной бригаде удается довольно быстро обнаружить место возгорания в отсеке и устранить его. Но даже в этих ситуациях повреждения оборудования весьма значительны. Вызвано это тем, что непосредственно над пусковым двигателем размещен блок № 9, в котором из-за перегрева двигателя могут выйти из строя все аппараты, оплавиться провода и рейки зажимов. Восстановление работоспособности узла всегда требует существенных материальных и финансовых затрат.

Признав факт регулярного возгорания пусковых двигателей, специалисты завода-изготовителя предложили установить над ними защитный экран из листового металла, чтобы уменьшить термическое воздействие на окружающее оборудование. На эксплуатируемом парке такие конструкции устанавливают в сервисных депо, на вновь построенных электровозах — в заводских условиях. Однако это призвано уменьшить вредные воздействия от возгорания пусковых двигателей, а не устранить саму причину их выхода из строя.

В сервисном локомотивном депо Иркутское Восточно-Сибирского филиала ООО «ЛокоТех-Сервис» проанализировали условия работы пусковых двигателей и постарались найти вариант решения проблемы.

При включении выключателя «Вспомогательные машины» включается контактор КМ1 пускового двигателя, панель напряжения ПРН-318 подсоединяет пусковые конденсаторы. Как показали наблюдения, через 1 с панель ПРН-318 срабатывает и отключает пусковые емкости. Сам двигатель продолжает работать со своим симметрирующим конденсатором С106. При этом он потребляет суммарную мощность порядка 55 кВ·А. Протекающий по фазам ток достигает 80 А (что подтверждено экспериментами на электровозах 3ЭС5К №016 и 150, проведенными специалистами ООО «НПП ЛМ Инвертор»). В основном это реактивная мощность (до 95 %), которая практически полностью расходуется на нагрев двигателя.

Напомню, что наиболее опасными факторами, которые выводят из строя двигатель вспомогательной машины, являются недопустимая вибрация и повышенная температура. Работа пускового двигателя функционально оправдана только при запуске вспомогательных машин, так как он, получая питание по двум фазам, образует трехфазную сеть, облегчая запуск вспомогательных машин. Далее нет необходимости в его работе. Поэтому предлагаю отключать пусковой двигатель после запуска одного из вентиляторов, который в дальнейшем и будет поддерживать наличие трехфазного напряжения в силовой цепи.

На рисунке представлены схемы цепей управления пусковым двигателем в штатном исполнении и согласно предложенному варианту. В стандартном варианте добавлены размыкающие блокировки контакторов включения вентиляторов КМ11 и КМ12. Они расположены на штатных контакторах. Параллельно проводам сигнализации подсоединены две пары блокировок.

Величина токов, протекающих через них на светодиодные индикаторы, невелика. Поэтому можно ограничиться одной парой контактов, вторую следует использовать для реализации предложенной схемы. Достаточно установить дополнительно четыре провода общей длиной около 5 м, что не потребует значительных затрат. Перечисленные работы легко реализовать в условиях сервисных депо.

Согласно предлагаемой схеме, вначале включается контактор КМ1. Затем запускают один из мотор-вентиляторов. Одна из блокировок КМ11 или КМ12 в цепи питания контактора КМ1 размыкается, но сам контактор остается включенным. После того как частота вращения первого вентилятора достигает номинальной величины, включают второй. При этом размыкается вторая блокировка в цепи питания контактора КМ1, и он отключается, обесточивая пусковой двигатель.



Цепь управления контактором пускового двигателя

Частота вращения второго вентилятора возрастает при номинальной частоте вращения первого вентилятора. Данный режим работы является штатным, так как предусмотрен в случае отключения пускового двигателя. Процесс включения мотор-компрессора в движении не изменяется. На стоянке, когда отключены оба мотор-вентилятора, получает постоянное питание контактор КМ1. Пусковой двигатель будет работать постоянно, поэтому алгоритм включения мотор-компрессоров не изменится.

Между отключениями первого и второго вентиляторов целесообразно выдерживать паузу 2 — 3 с, чтобы пусковой двигатель запустился в оптимальном режиме. Вентиляторы также следует включать поочередно, чтобы каждый из них смог развить номинальную частоту вращения.

Испытания модернизированной схемы показали, что после отключения первого из вентиляторов пусковой двигатель запускается сразу же, без подключения пусковых конденсаторов. При одновременном отключении обоих вентиляторов срабатывает панель ПРН-318, подсоединяя пусковые конденсаторы. Через 1 с конденсаторы отключаются, что указывает на запуск пускового двигателя. (На пульте машиниста целесообразно нанести надпись о паузе между отключениями вентиляторов.)

Предварительные оценки показывают, что измененная схема запуска вспомогательных машин на электровозах серии «Ермак» с отключенным в движении пусковым двигателем позволяет сократить расход электроэнергии, уменьшить температуру обмоток. Тем самым повышается ресурс работы данного узла, предупреждаются возгорания оборудования локомотивов, приводящие к значительным материальным и трудовым потерям.

Ожидаемая годовая экономия на электровозах 3ЭС5К приписки депо Иркутск-Сортировочный только от отключения пускового двигателя при годовом пробеге 5,65 млн км, средней технической скорости 35,7 км/ч и стоимости 1 кВт·ч электроэнергии 2,74 руб. составляет 65,1 млн руб.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП2К

ОАО «Коломенский завод» (входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») в 2008 г., наряду с выпуском пассажирских тепловозов ТЭП70БС, приступил к производству пассажирских электровозов постоянного тока ЭП2К мощностью 4800 кВт с конструкционной скоростью 160 км/ч. Создание электровоза ЭП2К стало знаковым событием в отечественном локомотивостроении, так как ранее пассажирские электровозы постоянного тока в России не производились.

Принципиальная электрическая схема электровоза ЭП2К (ЭП2К.70.00.003-01Э3) включает в себя следующие цепи: силовые энергоснабжения поезда, вспомогательные (собственных нужд) и управления локомотивом. Цепи управления выполнены в двухпроводном исполнении, при котором минусовые провода не связаны с корпусом электровоза. Цепи управления содержат микропроцессорную систему управления (МПСУ), органы управления, промежуточные реле, датчики тока и напряжения, датчики давления и др.

В публикуемой статье приведен перечень основного оборудования электровозов ЭП2К.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
A1	Панель реле напряжения ПРН-798 ЭТ, У2; ПРН-798 ЭТ.000ТУ	1	
A2	Блок управления БУ-267-01 АРКИ.656363.267-01ТУ	1	Из комплекта аппаратуры МПСУ-007-02
A3, A4	Блок управления БУ-268-01 АРКИ.656363.268-01ТУ. Источник питания бортовой сети ИПБС 380/110 ЗУ-У2 МАУВ.436628.001	1 1	
A5, A6	Преобразователь собственных нужд ПСН-100/3 У2 МАУВ.434753.001ТУ	2	
A7	Источник питания 110-ИП-ЛЭ/800-НН НКРМ.436634.003	1	
A8	Источник питания 110-ИП-ЛЭ/500-НН НКРМ.436634.003	1	
A9(1), A9(2)	Дисплейные модули ВС 3741 GERSYS	2	Из комплекта аппаратуры МПСУ-007-02
A10	Блок индуктивных шунтов БИШ-83Р ДГИЛ.411521.002	1	
Система кондиционирования воздуха СКВ-4,5-КЭ, 380 В с тепловентилятором ТВ-6 851250010.000-0Э6			
A11(1)-A1, A11(2)-A1	Блоки управления и коммутации БУК-4,5-КЭ 851250112	2	
A11(1)-A2, A11(2)-A2	Установки кондиционирования воздуха УКВ-4,5-КЭ 851250110	2	
A11(1)-A3, A11(2)-A3	Пульты управления ПУ 851250111	2	
A11(1)-A4, A11(2)-A4	Тепловентиляторы ТВ-6-КЭ 851250107	2	
A14	Блок тормозного оборудования 030-4-110В ТУ3184-119-05756760—2012		
A14-SP1	Сигнализатор давления 112-01 ТУ3184-057-05756760—2003	1	Включение служебного торможения
A14-Y1	Электроблокировочный клапан 208-2-01 ТУ3184-055-05756760—2003	1	Блокировка пневматического тормоза
A14-Y2, A14-Y3	Электропневматические вентили 120С-0,9-110А ТУ3184-043-05756760—2003	2	Замещение электрического тормоза. Включение второй ступени нажатия тормозных колодок пневматического тормоза
A15(1), A15(2)	Стеклоочиститель 6002. 3730-0 п	2	Правый
A16(1), A16(2)	Стеклоочиститель 6002. 3730-0 л	2	Левый
Комплект обогреваемых стекол			
A17(1)-A, A17(2)-A	Блоки управления нагревателями стекла	2	
A17(1)-E1, A17(2)-E1	Лобовые стекла	2	
A17(1)-E2, A17(2)-E2	Левые боковые стекла	2	
A17(1)-E3, A17(2)-E3	Правые боковые стекла	2	
A20	Диодный модуль МД-1-У2 МАУВ.687436.002	1	
A21(1), A21(2)	Двигатели МЭ268-Б, 24 В	2	Входят в комплект бачка стеклоомывателя
A22(1), A22(2)	Блок сигнализации БС-223 ЭТ БС-223 ЭТ.000ТУ	2	
A24	Компрессорный роторный винтовой агрегат АКРВ 3,2/10-1000 У2 М1	1	
Система УСАВП-ЭП2К (из комплекта аппаратуры МПСУ-007-02)			
A41-A1	Блок БР-2-2 ДЛИЖ.467669.0009-02.02	1	
A41-A2	Блок БИВМ-32-2 ДЛИЖ.411618.0037-32.02	1	
A41-A3	Термоблок ТБ1 ДЛИЖ.681219.0001ТУ	1	
A41-A5(1), A41-A5(2)	Клапаны КЭО 03/10/110/121 с ЭМ 00/DC/110/1 ТУ3742-001-24039780—00	2	
A41-R1(1)	Согласователь RCS-3-2 ДЛИЖ.685621.0404	1	
Блоки конденсаторов БК-568Р ДГИЛ.667568.001ТУ			
C1	Блок конденсаторов БК-568Р-06	1	
C2	Блок конденсаторов БК-568Р-07	1	
C3	Блок конденсаторов БК-568Р-05	1	
E3, E4	Электрические нагреватели НЭ-28 ДТЖИ.681818.006 (6ТН.319.028)	2	
E5, E6, E16, E17	Саморегулирующиеся нагревательные кабели «Nexans defrost pipe 15»	4	Подогрев трубопровода водяного бака Подогрев трубопровода системы осушки Подогрев трубопровода санузла
E7	Термоэлектрический холодильник РХ-30/30-110-У3 РКСГ.701511.001ТУ	1	
E8	Электроплитка ЭПЛ-1,2-110 ДГИЛ.681912.002ТУ	1	

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
E12(1), E12(2), E13(1), E13(2)	Изделия остекления	4	Обогрев зеркал
E14(1), 14(2), E15(1), E15(2)	Тепловентиляторы ТВПС-3000/5,0 БНШИ.681819. 136-01	4	
F1	Ограничитель перенапряжений ОПН-3,3Э УХЛ1 ТУ3414-032-04682628—98	1	
FU1, FU3	Высоковольтные предохранители CC42 SRE 600 QF 0063 Кат. № D600 SE42 C63 QF пр-во фирмы «FERRAZ Shawmut»	2	Из комплекта преобразователя ПСН-100/3
FU2, FU4	Предохранители ПКЖ 106-3-2А-31,5-УХЛ2 ТУ16-674.007—83 с контактами К06-01.1	2	Из комплекта преобразователя ПСН-100/3
GB1	Аккумуляторная батарея 84KL160P ТУ3482-012-05758523—99	1	
РЕЛЕ			
Тяговые промежуточные реле ТРПУ ТУ3425-180-07503247—97			
Реле ТРПУ-4-4-110В-П			
K1	Реле аварийного останова электровоза	1	
K2	Реле включения блокировок катушек заземлителя	1	
K4	Реле управления ЭПТ от МПСУ в режиме «Торможение»	1	
K5	Реле управления ЭПТ от МПСУ в режиме «Отпуск»	1	
K7	Реле сигнала о работе ПСН1	1	
K8	Реле сигнала о работе ПСН2	1	
K9	Реле положения «Заземлено» заземлителя	1	
K10	Реле подачи питания на дисплейный модуль	1	
K11	Реле служебного торможения	1	
K12	Реле управления передним токоприемником	1	
K19	Резерв	1	
K21	Реле управления задним токоприемником	1	
K24	Реле включения клапана осушки	1	
K25	Реле управления приставкой крана машиниста от системы автоведения («ТВ»)	1	
K26	Реле управления приставкой крана машиниста от системы автоведения («ОВ»)	1	
K50 — K52	Реле переключения комплектов МПСУ	3	
Реле ТРПУ-6-2-110В-П			
K3	Реле управления передним и задним токоприемниками	1	
K13, K14	Реле питания транзисторных ключей МПСУ	2	
K15	Реле нулевой позиции контроллера машиниста	1	
K17	Реле сигнала «Тифон» в систему КЛУБ-У	1	
K18	Реле сигнала «Свисток» в систему КЛУБ-У	1	
Промежуточные реле РПУ-3М ТУ16-647.044—86			
Реле РПУ-3М-114 УХЛ3А, 110 В			
K32, K33	Реле включения быстродействующего выключателя	2	
K53	Реле подключения розетки «Ввод в депо»	1	
Реле РПУ-3М-116 УХЛ3А, 110 В			
K31	Реле включения быстродействующего выключателя	1	
K34	Реле включения обогрева стекол и кондиционера	1	
K35 — K38	Реле питания транзисторных ключей МПСУ	4	
K41	Реле включения обогрева ПВИ	1	
KA1	Реле перегрузки РТ-57-01 ЭТ, У2, РТ-57 ЭТ.000ТУ	1	
KA2	Реле дифференциальной защиты РДЗ-61 ЭТ, У2 РДЗ-58 ЭТ.000ТУ	1	
KK1 — KK3	Реле РТТ-85-33-130120-00УХЛ2 ТУ16-647.033—86	3	
КОНТАКТОРЫ			
Пневматические контакторы ПК ПК-31А ЭТ.000ТУ			
KM1 — KM44, KM57 — KM64	ПК-32А-03 ЭТ, У2	52	
KM45 — KM56	ПК-31А ЭТ, У2	12	
KM80, KM81, KM84, KM85	Контакторы 1КМ.016М 10 А, катушка 110 В, 2З + 2Р 1КК.002 6ТР.241.249 ТУ	4	Из комплекта преобразователя ПСН-100/3
KM82, KM83	Контакторы 1КМ.016М 75 А, катушка 110 В, 2З + 2Р 1КК.002 6ТР.241.249 ТУ	2	
Вакуумные контакторы КВ2 БКЖИ.644.535.004ТУ			
KM103, KM104	КВ2-160-3У2, 160 А, Uк = 110 В, 4З + 3Р	2	
KM90, KM101, KM105, KM107, KM111	КВ2-160-3У2-Р, 160 А, Uк = 110 В, 8З + 6Р	5	
Электромагнитные контакторы серии МК ТУ16-644.010—85 (ИГФР.644213.004ТУ)			
KM108, KM112, KM130	МК1-30У3А,110 В	3	
KM116, KM120, KM124, KM128, KM129, KM131	МК2-10У3А	6	
KM126	МК2-20У3А	1	
KT3	Реле времени РВ-2П,1 ТУ3425-165-07503247—95	1	
L1, L2	Дроссель помехоподавления ДП-63Р-У1 ДГИЛ.671331.007ТУ	2	
ДВИГАТЕЛИ			
M1 — M6	Электродвигатели ЭД153 У1 ТУ У 31.1-00213121-178:2007	6	
M7 — M10	Двигатели 4ПНЖ200МАУХЛ2 ТУ16-05810695—99	4	
M13, M16	Двигатели АЖВ180МВ2 УХЛ2, 25 кВт, 3000 об/мин, IM3033 ТУ16-05 ВАКИ.526213.062ТУ	2	
M14, M15, M17, M18	Двигатели АЭВ71А2У2, 0,75 кВт, 3000 об/мин, 380 В, IM2001 ТУ16-05 ВАКИ.525222.070ТУ	4	
M19	Электродвигатель П12М, 0,95 кВт, 110 В, 3000 об/мин МРТУ5.620.3621-65	1	
PV4, PV5(1), PV5(2)	Вольтметры М42300, 0 — 150 V-1,5 В ТУ25-7504.132—2007	3	
QF1	Выключатель UR26 64 TDP 6 110 1 DV2 320 0 с дефлекторной дугогасительной камерой	1	Производство фирмы «Secheron SA»
Двухпозиционные кулачковые переключатели ПКД-15А ЭТ.000ТУ			
QP1, QP2, QT2, QT3	ПКД-21А-01 ЭТ	4	
QT1	ПКД-15А-01 ЭТ	1	
Разъединители			

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
QS1, QS2	Разъединитель высоковольтный РВН-27-01 ЭТ, У1 РВН-27-01 Т.000ТУ	2	
QS4 — QS6	Разъединители Р-30 ЭТ, У2 Р-30 ЭТ.000ТУ	3	
QS3	Высоковольтный заземлитель ЗВ-10 ЭТ, У2 ЗВ-10 ЭТ.000ТУ	1	
РЕЗИСТОРЫ			
Блоки пускотормозных резисторов ДГИЛ.434366.001ТУ			
R6	БПТР-74Р	1	
R7 — R9	БПТР-63Р	3	
Резисторы ослабления возбуждения ДГИЛ.434179.001ТУ			
R14, R17	РОВ-140Р	2	
R15, R16	РОВ-139Р	2	
R18, R19	Блок резисторов МА-УВ.687435.001	2	Из комплекта преобразователя ПСН-100/3
R28	Резистор С2-33-2-6,8 кОм ±10 % ОЖО.467.093ТУ	1	
R31	Панель с резисторами ЭП2К.70.42.019	1	
RK1	Термодатчик МАУВ.405212.001		Из комплекта источника питания ИПБС 380/110 ЗУ-У2
Наружные калибровочные шунты 75ШСМ.М ТУ4229-020-34988566-2008			
RS1	75ШСМ.М-750А-ОМ3-0	1	Из комплекта аппаратуры МПСУ-007-02
RS2	75ШСМ.М-1500А-ОМ3-0	1	
RS3	75ШСМ.М-300А-ОМ3-0	1	
Выключатели, переключатели, тумблеры			
S1(1), S1(2)	Блок выключателей БВ-87 ЭТ, У2 БВ-87 ЭТ.000ТУ	2	
S2	Тумблеры ПТ26-1 ТУ11-84 АГО.360.219ТУ	1	«Отключение ТД1-2»
S3		1	«Отключение ТД3»
S4		1	«Отключение ТД4»
S5		1	«Отключение ТД5-6»
S6		1	«БПТР:R6»
S7		1	«БПТР:R7»
S8		1	«БПТР:R8»
S9		1	«БПТР:R9»
S10(1), S10(2)		2	«Набор-Сброс позиций»
S11		1	«МПК1/МПК2»
S12		1	«Работа с КЛУБ-У/без КЛУБ-У»
S18		1	«Вентилятор 1»
S19		1	«Вентилятор 2»
S22(1), S22(2)		2	«Защита от боксования»
S23(1), S23(2)		2	«Гребнесмазыватель»
S24(1), S24(2)		2	«Обогрев стекол»
S25(1), S25(2)		2	«Обогрев зеркал»
S29(1), S29(2)		2	«Напряжение цепей управления/ Напряжение цепей ЭПТ»
S30		1	«Определение сопротивления изоляции 110 В»
S41		1	«Проверка цепей управления»
S44		1	«Питание от депо 380 В»
S45		1	«Обогрев системы осушки. Клапан»
SA1, SA2, SA9, SA10	Универсальные переключатели ПК16-12С 1217 Т3 ТУ3428-012-03965790—98	4	
SA4(1), SA4(2), SA5(1), SA5(2)	Трехпозиционные переключатели (1-2-3) ONST31PBR (ABB) 1SCA113983R1001	4	
SA6(1), SA6(2)	Выключатели В4 6ТС.261.004	2	«Электрический тормоз»
SA7(1), SA7(2)	Выключатели В-8 ЭТ, У2 В-8 ЭТ.000ТУ	2	«Отопление поезда»
SA8	Переключатель 23П2Н1 АГО.360.417	1	
SA19(1), SA19(2)	Контроллеры крана машиниста	2	Входят в кран машиниста 395М-4-3-01
SA20(1), SA20(2)	Устройства блокировки тормозов 367А ТУ24-05.10.108—96	2	
Выключатели для подвижного состава КУ ТУ16-93 БКЖИ.642245.001ТУ			
SB1	КУ201101 У2	1	«Заземлитель»
SB4	КУ201101 У2	1	«Тест преобразователя 1»
SB5	КУ201101 У2	1	«Тест преобразователя 2»
SB7(1), SB7(2)	КУ021201 У2	2	«Аварийное отключение БВ»
SB8(1), SB8(2)	КУ111101 У2	2	«Компрессор»
SB9(1), SB9(2), SB10(1), SB10(2)	КУ202101 У2	4	Тифон»
SB11(1), SB11(2), SB12(1), SB12(2), SB20(1), SB20(2)	КУ202101 У2	6	«Свисток»
SB13(1), SB13(2)	КУ111101 У2	2	«Песок»
SB15(1), SB15(2)	КУ201101 У2	2	«Вызов помощника»
SB16(1), SB16(2)	КУ111101 У2	2	«Омыв стекол»
SB17, SB18	КУ111101 У2	2	«Определение сопротивления изоляции 110 В»
SB19(1), SB19(2)	КУ111201 У2	2	«Отпуск тормоза»
SB21(1), SB21(2)	КУ201201 У2	2	«Маневр. Сброс»
SB23(1)	КУ201101 У2	1	«Ввод в депо»
SB24	КУ201101 У2	1	«Компрессор токоприемника»
SB14(1), SB14(2)	Педальные выключатели типа ВП-1-11П ТУ3457-184-07503247—99	2	«Песок»

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
Выключатели АЕ25 ТУ16-522.143-79			
SF1	АЕ2542М-10У2, 220 В, 5 А, 2Iн	1	«ПСН1»
SF2	АЕ2542М-10У2, 220 В, 5 А, 2Iн	1	«ПСН2»
SF11	АЕ2544М-10У2, 110 В, 25 А, 5Iн	1	«Компрессор токоприемника»
SF12	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«Токоприемники»
SF13	АЕ2541М-10У2, 110 В, 16 А, 2Iн	1	«Аппараты защиты»
SF14	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«МПСУ (питание)»
SF15	АЕ2544М-10У2, 110 В, 20 А, 10Iн	1	«МПСУ. 110 В»
SF16	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 5Iн	1	«Автоведение»
SF17	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Контроллер. МПК1»
SF18	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Контроллер. МПК2»
SF20	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Дисплейный модуль»
SF21	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«Цепи диагностики»
SF22	АЕ2541М-10У2, 110 В, 10 А, 2Iн	1	«Заземлитель»
SF23	АЕ2541М-10У2, 110 В, 10 А, 2Iн	1	«Контакторы ТД»
SF24	АЕ2541М-10У2, 110 В, 16 А, 1,3Iн	1	«Шкаф питания 110 В»
SF25	АЕ2541М-10У2, 110 В, 25 А, 2Iн	1	«Компрессоры»
SF26	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Вентиляторы»
SF27	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«Вспомогательные цепи»
SF28	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«Отопление поезда»
SF29	АЕ2541М-10У2, 110 В, 10 А, 2Iн	1	«Питание РВИ»
SF33	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Источник питания 24 В»
SF34	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 5Iн	1	«Цепи пульта 24 В»
SF35	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 5Iн	1	«Стеклоочистители 24 В»
SF51	АЕ2541М-10У2, 110 В, 10 А, 5Iн	1	«Обогрев МПСУ 110 В»
SF52	АЕ2542М-10У2, 220 В, 10 А, 2Iн	1	«Обогрев РВИ 110 В»
SF55	АЕ2542М-10У2, 220 В, 2 А, 2Iн	1	«Холодильник 110 В»
SF60	АЕ2541М-10У2, 110 В, 40 А, 2Iн	1	«Обогрев стекол 110 В»
SF62	АЕ2541М-10У2, 110 В, 25 А, 2Iн	1	«Электроплитка 110 В»
SF66	АЕ2542М-10У2, 380 В, 2 А, 10Iн	1	«Обогрев системы осушки. Трубопровод ~220 В»
SF67	АЕ2542М-10У2, 380 В, 10 А, 2Iн	1	«Нагрев воды в санузле. Питание ~220 В»
SF68	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«Нагрев воды в санузле. Управление»
SF72	АЕ2541М-10У2, 110 В, 5 А, 2Iн	1	«380 В от депо»
SF82	АЕ2544М-10У2, 110 В, 5 А, 10Iн	1	«Быстродействующий выключатель. Цепи управления»
Выключатели ВА57-35 ТУ3422-034-05758109-2005			
SF3	ВА57-35-341110-20 УХЛ3 63 А, 1250 А	1	«РВИ»
SF4	ВА57-35-341110-20 УХЛ3 100 А, 1250 А	1	«Шкаф питания»
SF5	ВА57-35-341110-20 УХЛ3 100 А, 1250 А	1	«Питание ~380 В. Депо»
SF7	ВА57-35-341110-20 УХЛ3 63 А, 1250 А	1	«Нагрузки ~380 В»
Выключатели ВМ63 ТУ3421-040-05758109—2009			
SF9	ВМ63-3XD20-УХЛ3	1	«Кондиционер ~380 В»
SF10, SF65	ВМ63-3XD20-УХЛ3	2	«Трансформатор 380 В/230 В»
SF57	ВМ63-2XB10-УХЛ3	1	«Розетки ~220 В»
SF58	ВМ63-3XB2-УХЛ3	1	«Датчики температуры 220 В»
SF75(1), SF75(2), SF76(1), SF76(2)	ВМ63-1XD25-УХЛ3	4	«Тепловентиляторы»
SF83, SF84, SF85, SF86	ВМ63-4XC2-УХЛ3	4	В цепях мультициклонных фильтров 1-го и 2-го осевых вентиляторов
SK3	Электронный температурный датчик-реле Т419-2М-01-2-1 ТУ25-7301.056—90	1	Контроль температуры в режиме обогрева РВИ
SK6	Датчик-реле температуры ТАМ103.03.2.2 35	1	Контроль нагрева воды в санузле
SM1(1), SM1(2)	Контроллер машиниста КММ-31 ЭТ, У2 КМ-31 ЭТ.000ТУ	2	
SP5	Датчики-реле давления ДЕМ102-1-02-2 с комплектом К2 ЗУ4.075 014-01 ТУ25-7301.0029—88	1	Давление в компрессоре токоприемника
SP6		1	Давление в токоприемнике
SP7		1	Давление в тормозном компрессоре
SP8		1	Давление в системе осушки
SP9		1	Блокировка электрического тормоза от крана машиниста
SP10		1	Реле экстренного торможения
SP11, SP12	Сигнализатор отпуска тормозов № 352А, тип с 61.48.16 ТУ32ЦТ 756—81	2	Давление в тормозных цилиндрах
SP13	Сигнализатор отпуска тормозов № 352А, тип с 61.48.16 ТУ32ЦТ 756—81	1	Давление в тормозных цилиндрах (для гребнесмазывателя)

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ РЕЛЕ НА ЭЛЕКТРОВОЗАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В журналах «Локомотив» № 1 — 3, 5, 2020 г. были опубликованы статьи с описанием цепей управления тяговым режимом электроподвижного состава постоянного тока — электровозов ВЛ11, 2ЭС4К «Дончак», ЧС7, электропоездов ЭД4М, которые подготовил И.А. ЕРМИШКИН — преподаватель профессионального колледжа «Московия». Предлагаем вниманию читателей завершающую статью этого цикла с описанием работы тепловых реле на электровозах переменного тока.

Напомню, что тепловые токовые реле (ТРТ) предназначены для защиты вспомогательных машин (асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором) от перегрузок. Устройства выпускают на номинальный ток от 1,75 до 550 А. Реле препятствуют возникновению аварийных режимов в следующих ситуациях:

- при длительном протекании тока, превышающем номинальное значение;

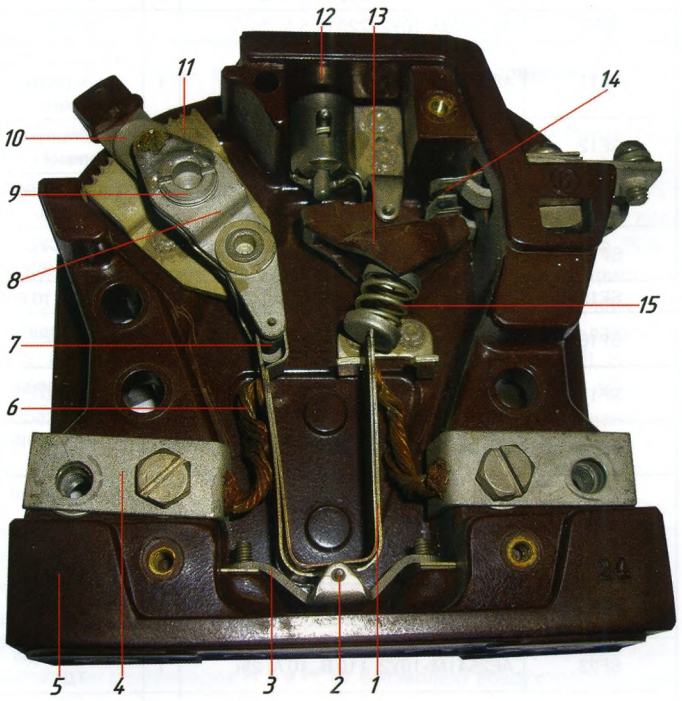


Рис. 1. Тепловое реле марки ТРТ:
1 — биметаллические пластины; 2 — ось; 3 — скоба; 4 — силовой вывод; 5 — корпус; 6 — гибкий шунт; 7 — ролик; 8 — поводок; 9 — эксцентрик; 10 — пружина; 11 — сектор уставки; 12 — кнопка; 13 — колодка; 14 — низковольтные контакты; 15 — цилиндрическая пружина

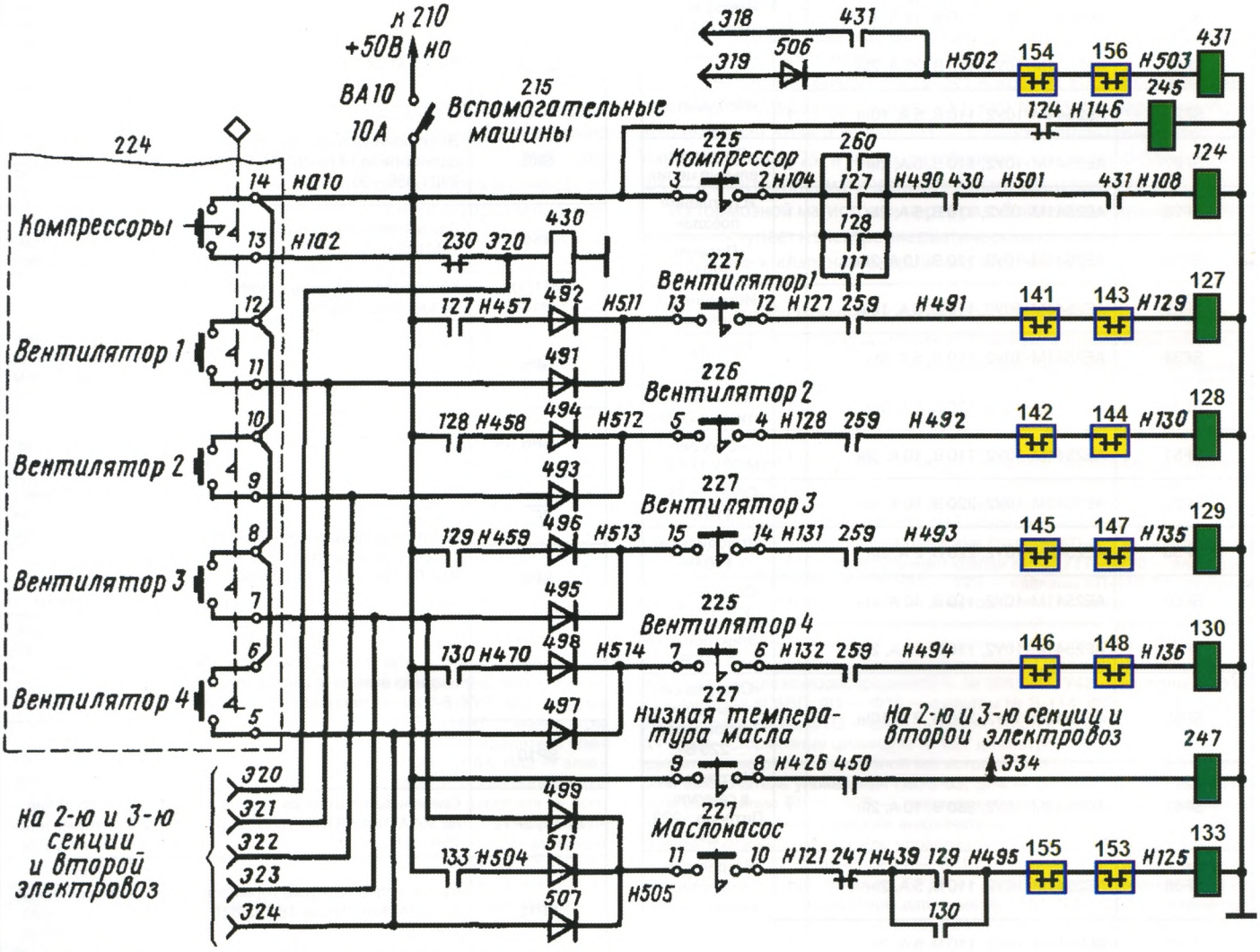


Рис. 3. Цепи управления контакторами вспомогательных машин ВЛ80С

в период пуска при чрезмерной его затяжке или значительной перегрузке, вызывающей остановку двигателя.

Регулирующим органом у реле всех типов служит термо-биметалл «*инвар* — сталь» (инвар — сплав, состоящий из никеля и железа, отличающийся уникально низким коэффициентом температурного расширения), обтекаемый током. Время срабатывания конкретного ТРТ зависит от величины тока, протекающего через биметаллическую пластину. Если он превышает номинальное значение в 2 раза, то реле срабатывает через 60 — 80 с; если в 3 раза, то через 20 — 30 с. При шестикратном увеличении номинального тока срабатывание реле происходит через 5 — 7 с.

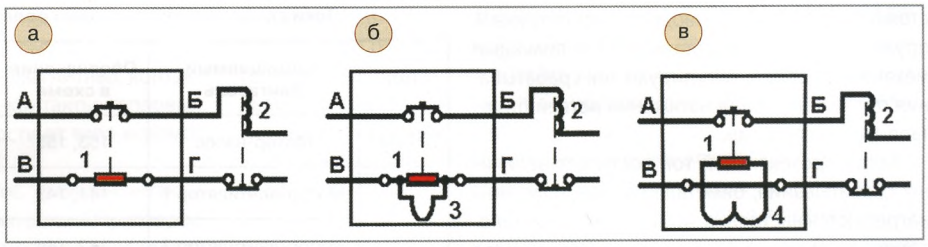


Рис. 2. Схемы электрические принципиальные реле серии ТРТ:
а — реле типа ТРТ-110; б — реле типов ТРТ-120, ТРТ-130, ТРТ-140; в — реле типа ТРТ-150; 1 — биметаллический элемент; 2 — исполнительный аппарат; 3 — нагреватель; 4 — трансформатор тока

Тепловые реле, рассчитанные на различные номинальные токи, отличаются только исполнением калиброванного шунта. Особенность конструкции реле ТРТ (рис. 1) — биметаллическая пластина U-образной формы 1, закрепленная на оси 2 скобы 3. Гибкими шунтами 6 она соединена с силовыми выводами 4. На правом конце пластины установлена цилиндрическая пружина 15. Ее второй конец опирается на изоляционную колодку 13, несущую на себе подвижный контактный мостик 14 низковольтных контактов с серебряными контактами. Левый конец пластины соединен с механизмом уставки, со-

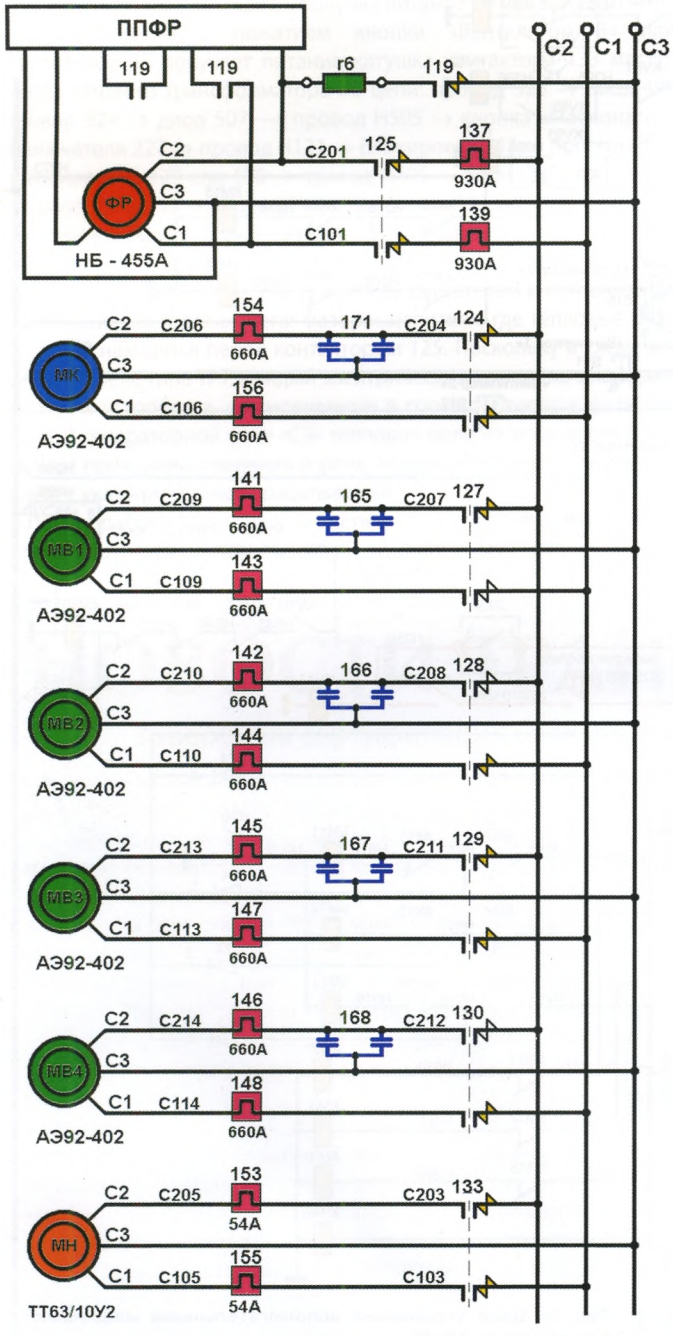


Рис. 4. Силовые цепи вспомогательных машин электровозов ВЛ80С

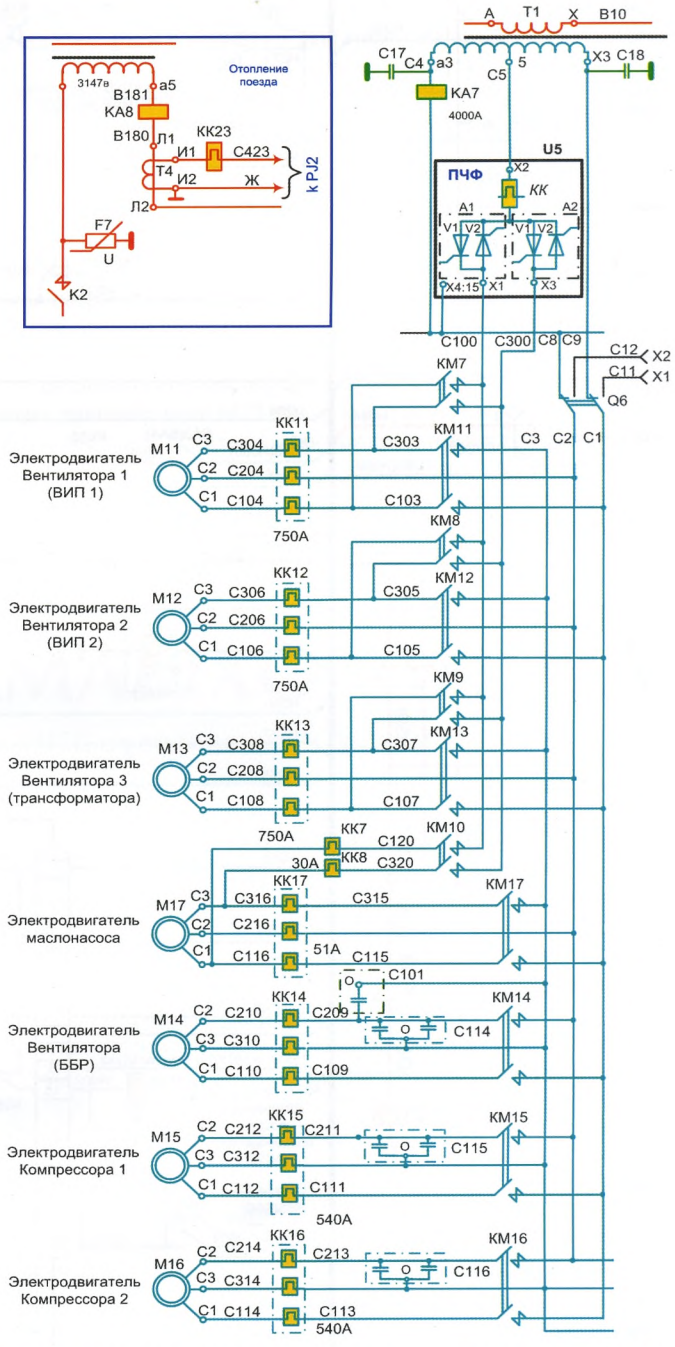


Рис. 5. Силовые цепи вспомогательных машин электровозов ЭП1М

стоящим из ролика 7, поводка 8, эксцентрика 9, пружины 10 и сектора уставки 11. С помощью механизма уставки регулируют ток срабатывания путем изменения натяжения ветвей биметаллических пластин.

Когда протекающий ток достигает величины срабатывания, биметаллические пластины нагреваются настолько, что изгибаются и поворачивают пружину 15. Тем самым изменяется направление приложения усилия пружины на колодку 13. Поэтому колодка поворачивается вокруг своей оси и отключает контакты 14.

Чтобы принудительно восстановить реле до полного остывания пластин, в корпусе 5 установлена кнопка 12. Конструкция реле и вариант (способ) их включения в электрическую цепь зависят от исполнения (рис. 2).

Токи срабатывания тепловых реле электровоза ВЛ80С и их назначение

Тип	Защищаемый двигатель	Обозначение в схеме	Номинальный ток реле, А	Ток срабатывания реле, А	Действие при срабатывании
ТРТ-121	Мотор-насос	153, 155	9	54	Отключение контактора 133
ТРТ-141	Мотор-вентилятор 1	141, 143	110	660	Отключение контактора 127
	Мотор-вентилятор 2	142, 144			Отключение контактора 128
	Мотор-вентилятор 3	145, 147			Отключение контактора 129
	Мотор-вентилятор 4	146,148			Отключение контактора 130
	Мотор-компрессор	154, 156			Отключение контактора 124 через реле 431
ТРТ-151	«Фазорасщепитель»	137, 139	155	930	Отключение контактора 125

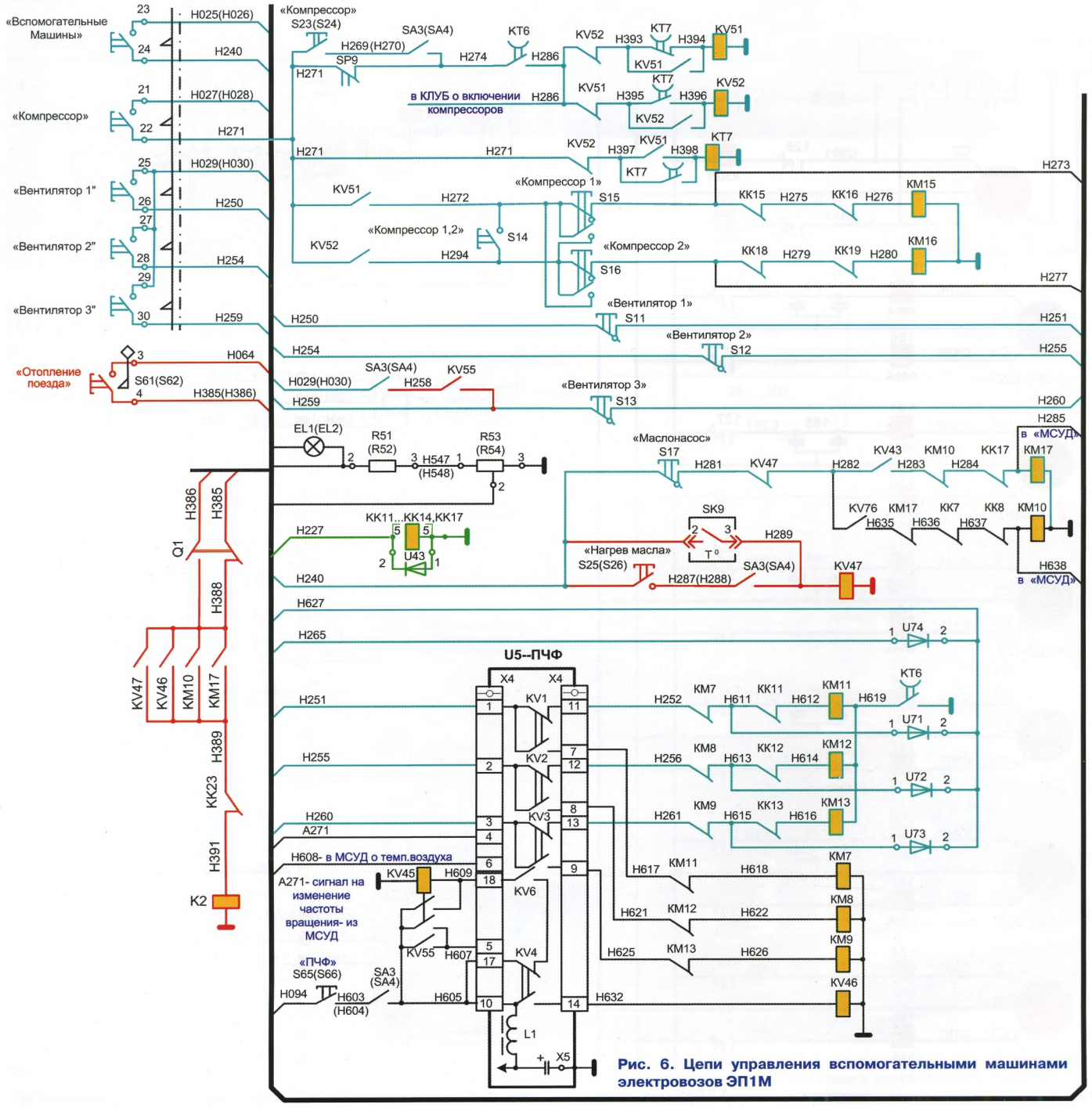


Рис. 6. Цепи управления вспомогательными машинами электровозов ЭП1М

Известно, что силовые и низковольтные цепи управления на разных сериях подвижного состава построены по одному принципу. Так, на электровозе ВЛ80С в цепь включения электромагнитных контакторов установлены соответствующие им блок-контакты тепловых реле. Схемы включения различаются в зависимости от типа вспомогательной машины.

В цепи управления мотор-компрессорами (рис. 3) блок-контакты ТРТ 154 и 156 установлены в цепи промежуточного реле 431, которое получает питание от провода Н502. Работой компрессора управляет контактор 124, получающий питание через блокировку промежуточное реле 430. Одновременно катушка данного реле включается через контакты регулятора давления 230.

Для включения вентиляторов необходимо кратковременно нажать соответствующие кнопки с самовозвратом «Вентилятор 1» — «Вентилятор 4» на выключателе 224. При этом катушки контакторов 127 — 130 получают питание по цепи: провода Э21 — Э24 → диоды 491, 493, 495, 497 → контакты кнопок включения вспомогательных машин выключателей 226, 227 → замыкающие контакты реле 259 → контакты тепловых реле 141 — 148. Контакторы 127 — 130 включаются и встают на самоподхват, получая питание по проводу Н010.

Одновременно с нажатием кнопки «Вентилятор 3» или «Вентилятор 4» получает питание катушка контактора 133 маслонасоса тягового трансформатора по цепи: провод Э23 → диод 499 (провод Э24 → диод 507) → провод Н505 → кнопка «Маслонасос» выключателя 227 → провод Н121 → блокировка 247 → провод Н439 → блокировка 129 или 130 → провод Н495 → блок-контакты тепловых реле 155 и 153 → провод Н126. Контактор 133 включается и встает на самоподхват, получая питание по проводу Н010.

В силовых цепях вспомогательных машин ВЛ80С (рис. 4) тепловые реле установлены на участке между двигателем и контактором. Исключение составляют цепи фазорасщепителя, где тепловые реле 137 и 139 находятся перед контактором 125. Поскольку в схеме используют реле типа ТРТ, каждый электрических двигатель защищают два таких устройства, установленные в соответствующие фазы питания. В генераторной фазе «С3» тепловое реле не устанавливают. В таблице приведены сведения о реле, предназначенных для защиты цепей, с указанием токов срабатывания.

Логика работы электрических цепей: при срабатывании тепловых реле отключается соответствующий контактор, подающий трехфазное напряжение на асинхронный двигатель. Однако дальнейший режим зависит от конкретного отключенного реле. Через 1,5 — 2 мин тепловое реле остывает и вновь восстанавливает цепь питания отдельного контактора. Однако он не включится до повторного нажатия кнопки на пульте машиниста.

В схеме цепей вспомогательных машин электровозов ЭП1М до № 647 применяли преобразователь частоты и числа фаз (ПЧФ, рис. 5). Он обеспечивает нормальную работу двух групп вспомогательных машин при различных частотах питающего напряжения, различных системах и способах формирования пусковых процессов.

Двигатели вентиляторов М11 — М13 и маслонасоса М17 могут получать питание либо током частотой 50 Гц (непосредственно от выводов а3 — х3 обмотки собственных нужд тягового трансформатора через контакторы КМ11 — КМ13), либо током частотой $16^2/_3$ Гц (от преобразователя частоты и числа фаз U5 через контакторы КМ7 — КМ9). Двигатели вентилятора М14 и компрессоров М15, М16 запитываются только напряжением переменного тока частотой 50 Гц через тепловые реле и контакторы КМ14 — КМ16.

Для защиты цепей вспомогательных машин установлены тепловые реле КК11 — КК17 марки РТТ85-33-132, имеющие биметаллические элементы в трех фазах двигателей. На низкой частоте в цепи маслонасоса М17 применены тепловые реле КК7, КК8 марки ТРТП-114РУ2 с номинальным током 5 А. Принцип работы данных тепловых реле аналогичен описанному выше: при срабатывании реле своими блок-контактами разрывает низковольтную цепь питания включающей катушки соответствующего контактора.

В дальнейшем преобразователь ПЧФ был исключен из схемы питания вспомогательных машин. Вместо него стали устанавливать пусковой двигатель М10 серии НВА-55С. При данной модернизации были разработаны и установлены панели тепловых реле ПТР-517 с дистанционным возвратом, выполненные на базе надежно работающих реле ТРТП.

Еще одной особенностью цепей электровоза ЭП1М является установка теплового реле КК23 в цепь электросчетчика отопления поезда (см. рис. 5 и 6). Его блокировки при срабатывании разрывают цепь питания контактора К2. Кроме того, следует отметить, что на электровозах 2(3)ЭС5К «Ермак» принята такая же схема включения тепловых реле в силовую цепь вспомогательных машин — с использованием преобразователя ПЧФ.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

Завершена сертификация электропоезда ЭП2Д с увеличенным сроком службы

Демиховский машиностроительный завод (ОАО «ДМЗ», входит в состав АО «Трансмашхолдинг») получил сертификат соответствия Регистра сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ФБУ «РС ФЖТ») на серийное производство электропоездов постоянного тока ЭП2Д с измененным сроком службы — 40 лет. Об этом сообщили в Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям холдинга.

Ранее назначенный срок службы электропоездов составлял 30 лет. Проведенные испытания и экспертизы доказали, что при условии соблюдения требований к техническому обслуживанию и эксплуатации электропоезда ЭП2Д могут эксплуатироваться на протяжении 40 лет, обеспечивая при этом должный уровень безопасности для пассажиров и машинистов.

Сертификационные испытания проводились на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» в Щербинке (Москва) и на скоростном испытательном полигоне в Белореченске Краснодарского края. Результаты испытаний подтвердили соответствие электропоезда требованиям Технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) 001/2011.

Сертификат соответствия электропоездов требованиям ТР ТС выдан Демиховскому машиностроительному заводу сроком на 5 лет. Документ позволяет без ограничений эксплуатировать поезда на территории государств Евразийского экономического союза — России, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Армении.

ДМЗ является крупнейшим предприятием России по разработке и серийному производству электропоездов пригородного и областного сообщения. Завод выпускает около 60 % всех электропоездов, производимых в нашей стране, и является крупнейшим в Европе заводом по количеству строящихся вагонов электропоездов. Основными моделями подвижного состава на сегодняшний день являются поезда постоянного тока ЭП2Д и переменного тока ЭП3Д.

Электропоезда ЭП2Д выпускаются с 2015 г. К маю текущего года произведено 1048 вагонов такой модели.

По материалам Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям АО «Трансмашхолдинг»

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ПАР НА ХОДУ

А.В. КИРИЛЕНКО,
главный инженер компании «РИФТЭК»



Компания «РИФТЭК» — один из ведущих производителей лазерных измерительных приборов и систем для железнодорожного транспорта. Сейчас компания выпускает компактные и надежные ручные измерительные приборы, позволяющие контролировать геометрические параметры колесных пар непосредственно на подвижном составе, без их выкатки с возможностью введения электронной базы данных измерений.

Существует стационарный полностью автоматизированный измерительный вариант — новейший диагностический комплекс «3DWheel» (рис. 1). Он разработан для предприятий, осуществляющих ремонт и эксплуатацию рельсового транспорта, и предназначен для измерения следующих основных геометрических параметров колесных пар:

- диаметр колеса;
- высота гребня;
- толщина гребня;
- параметр крутизны;
- толщина бандажа;
- межбандажное расстояние.

Дополнительно по требованию заказчика на комплекс «3DWheel» может быть установлено оборудование для:

- снятия и анализа полного профиля поверхности катания колеса;
- проведения допускового контроля и разбраковки при техническом осмотре, освидетельствовании, ремонте и формировании колесных пар рельсового транспорта.

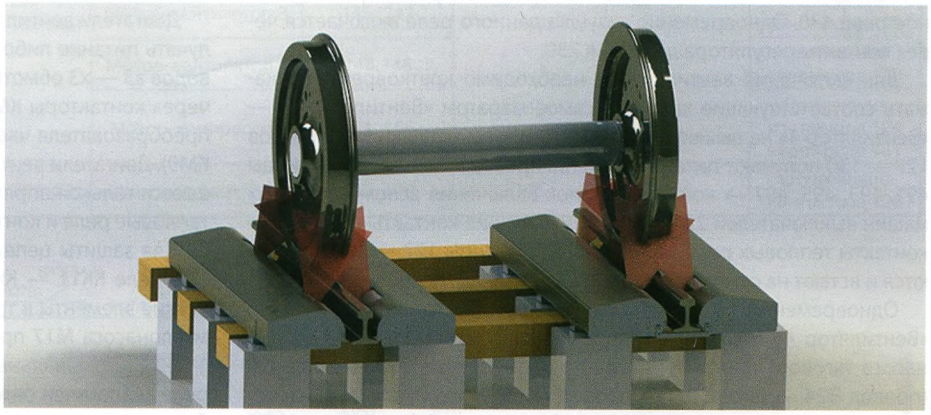


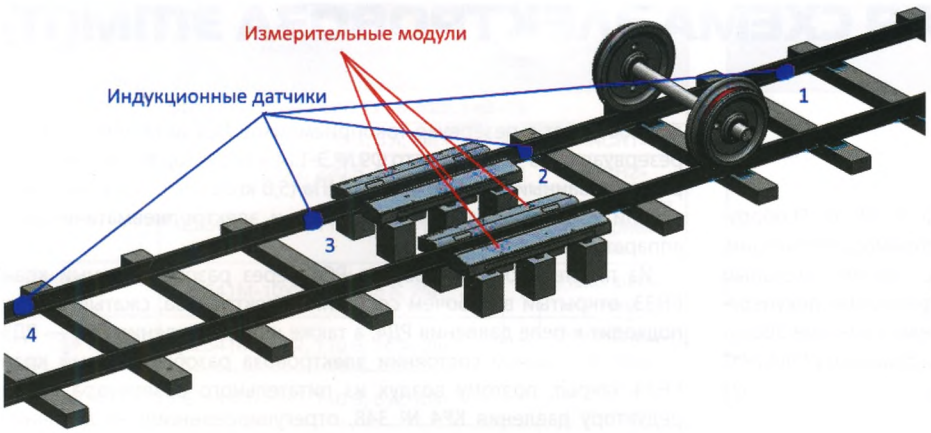
Рис. 1. Диагностический комплекс «3DWheel»

Характеристики комплекса «3DWheel»

Измеряемые параметры поверхности катания колесной пары	Диапазон измерений, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, мм
Высота гребня	27 ... 39	±0,2
Толщина гребня	23 ... 35	±0,2
Крутизна гребня	5 ... 11	±0,3
Диаметр колеса	850 ... 1260	±0,5
Толщина бандажа	25 ... 100	±0,5
Межбандажное расстояние (расстояние между внутренними гранями колес)	1430 ... 1450	±0,3



Рис. 2. Заместитель генерального директора ОАО «РЖД» — начальник Дирекции тяги О.С. Валинский (второй справа) и другие руководители локомотивного хозяйства за осмотром оборудования комплекса «3DWheel» в цехе ПТОЛ Лужская-Сортировочная



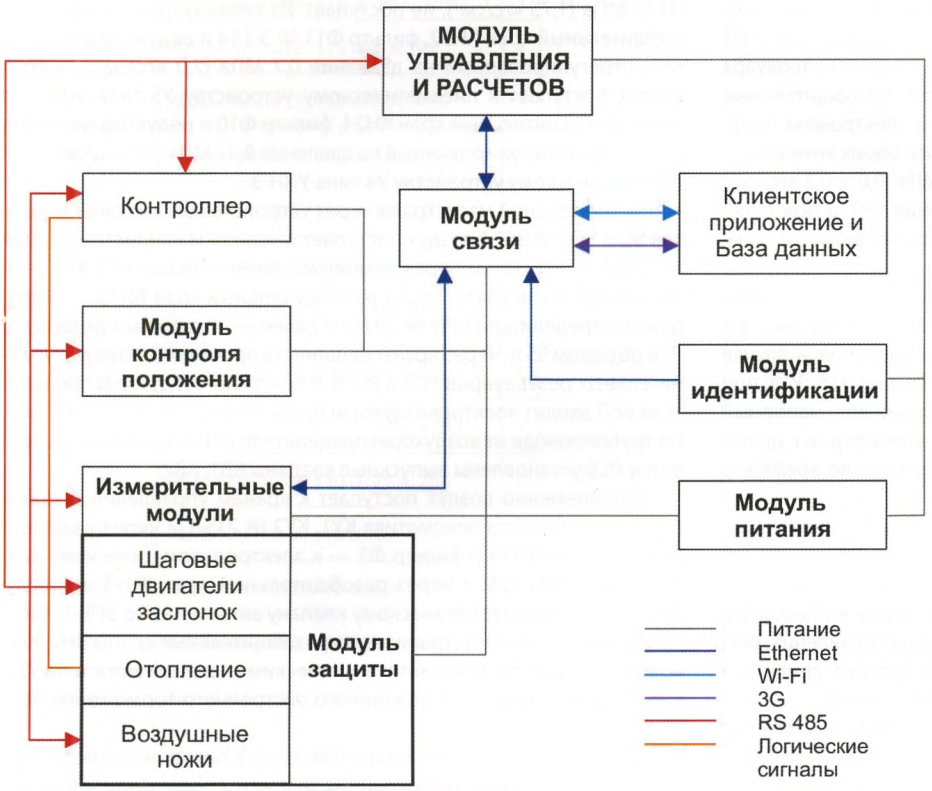


Рис. 3. Структурная схема комплекса «3DWheel»

Измерения производят непосредственно в движении, без выкатки колесных пар. Характеристики комплекса «3DWheel» приведены в таблице.

Первый в России комплекс «3DWheel» смонтирован и в торжественной обстановке запущен в феврале 2019 г. на пункте технического обслуживания локомотивов на станции Лужская-Сортировочная Октябрьской дороги (рис. 2). Помимо этого, такие же системы успешно работают на железных дорогах Турции и Китая.

Структурная схема комплекса «3DWheel» показана на рис. 3. Комплекс состоит из следующих основных модулей.

❶ **Измерительные модули.** Предназначены для лазерного сканирования колесной пары. Содержат 2D лазерные сканеры серии РФ627 (или иные, в зависимости от варианта расположения), размещенные вдоль рельсов и откалиброванные в единую систему координат.

❷ **Модуль кондиционирования и защиты** (комплектация может быть изменена). Служит для поддержания стабильной температуры внутри измерительных модулей, механической защиты лазерных сканеров и воздушной защиты окон лазерных сканеров.

❸ **Модуль контроля положения.** Предназначен для контроля положения состава по отношению к измерительным модулям. Содержит индуктивные датчики приближения состава и датчики положения контролируемой колесной пары, размещенные вдоль рельсового пути и запускающие процесс лазерного сканирования.

❹ **Модуль идентификации.** Осуществляет идентификацию номера поезда. В зависимости от комплектации может содержать систему RFID и/или видеорегистрации и распознавания бортового номера подвижной единицы.



Электровоз 2ЭС4К готовится к диагностике на ПТОЛ Лужская

❺ **Программно-аппаратный модуль управления и расчетов.** Предназначен для координации работы всех модулей комплекса, сбора данных с лазерных сканеров, создания математической модели профиля колеса и расчета требуемых геометрических параметров. Полученные данные группируются и предоставляются в виде отчета.

❻ **Модуль связи.** Служит для организации удаленного доступа к системе «3DWheel» при отладке и тестировании, а также для передачи данных в депо.

❼ **Модуль питания.** Предназначен для поддержания стабильного питания комплекса. Обеспечивает 60 мин бесперебойного питания при пропадании напряжения внешней сети.

Комплекс контроля «3DWheel» работает следующим образом:

- при приближении подвижного состава *Модуль контроля положения* обнаруживает состав с помощью входящих в состав системы индукционных датчиков;
- по факту обнаружения состава *Модуль управления* включает *Измерительные модули,* открывает заслонки механической защиты лазерных сканеров и при наличии в комплектации пневмофорсунок включает воздушную защиту окон сканеров;
- *Модуль идентификации* распознает бортовой номер подвижной единицы;
- датчики *Модуля контроля положения* обнаруживают колесо, и запускается процесс сканирования;
- *Измерительные модули* снимают профили колес при прохождении их через зону сканирования;
- собранные со всех сканеров данные передаются в *Модуль управления и расчетов* для расчета контролируемых параметров по каждому колесу;
- полученные данные группируются, и *Модуль связи* передает их в клиентское приложение и базу данных.

Срок службы комплекса «3DWheel» составляет не менее 15 лет. Компания «РИФТЭК» предоставляет гарантию на систему в 2 года.

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП1М(П)

В.В. ВОРОНИН,
преподаватель Хабаровского подразделения
Дальневосточного учебного центра
профессиональных квалификаций

Пассажирские электровозы переменного тока ЭП1М, ЭП1П оборудованы пневматическим автоматическим непрямодействующим, электропневматическим прямодействующим, вспомогательным прямодействующим неавтоматическим, электрическим рекуперативным и ручным (стояночным) тормозами. Пневматическое оборудование расположено в кузове, под кузовом, на крыше и на тележках локомотива. Схема пневматического оборудования электровоза ЭП1М(П) приведена на рисунке.

Зарядка пневматической системы электровоза. Сжатый воздух от компрессоров КМ1, КМ2 через два обратных клапана КО4, КО5 поступает в три последовательно соединенных главных резервуара РС1 — РС3 объемом 340 л каждый и далее через разобщительный кран КН1 — в питательную магистраль. Схемой электровоза предусмотрена одновременная и поочередная работа обоих компрессоров. При давлении воздуха в резервуарах 0,9 МПа (9,0 ± 0,2 кгс/см^2) компрессор отключается датчиком-реле давления SP9, а при падении давления до 0,75 МПа (7,5 ± 0,2 кгс/см^2) датчик SP9 включает компрессоры.

Предохранительные клапаны КП1, КП2 типа Э-216, отрегулированные на давление срабатывания 1,0 МПа (10,0 ± 0,2 кгс/см^2), защищают главные резервуары от повышенного давления в случае неотключения компрессоров. Разгрузочные клапаны У15, У16 при остановке электродвигателя компрессора соединяют напорный трубопровод до обратных клапанов КО4, КО5 с атмосферой с целью снижения нагрузки на электродвигатель компрессора во время его запуска.

Гибкие металлические рукава РУ17, РУ18 исключают передачу вибрации от работающего компрессора на трубопровод. Дистанционно управляемые электропневматические клапаны У21 — У23 типа КП-110-01 удаляют конденсат из главных резервуаров в атмосферу. Очистка сжатого воздуха, поступающего в приборы управления, осуществляется в маслоотделителях МО2, МО3, из которых конденсат удаляют в атмосферу путем открытия кранов КН43 и КН58.

Из питательной магистрали через обратный клапан КО2 сжатый воздух поступает в питательный резервуар РС4 объемом 150 л, который защищен от потерь сжатого воздуха при нарушениях в питательной системе обратным клапаном КО2. Через разобщительный кран КН29, обратный клапан КО8 и разобщительный кран КН19 воздух поступает в резервуар токоприемников РС5 объемом 150 л. Из резервуара РС5 через фильтр Ф9 № Э-114 и редуктор КР2 № 348-2, отрегулированный на давление 0,5 МПа (5,0 кгс/см^2), воздух проходит в цепи управления токоприемниками и электропневматическими аппаратами.

Из питательного резервуара РС4 через разобщительный кран КН33, открытый в рабочем состоянии электровоза, сжатый воздух подходит к реле давления РД4, а также к реле давления РД1 — РД3 № 404. В рабочем состоянии электровоза разобщительный кран КН34 закрыт, поэтому воздух из питательного резервуара РС4 к редуктору давления КР4 № 348, отрегулированному на давление 0,175 МПа (1,75 кгс/см^2), не поступает. Из резервуара РС4 через разобщительный кран КН32, фильтр Ф11 № Э-114 и редуктор давления КР5, отрегулированный на давление 0,7 МПа (7,0 кгс/см^2), сжатый воздух поступает к пневматическому устройству У5 типа УПН-3, а через разобщительный кран КН24, фильтр Ф10 и редуктор давления КР1 № 348, отрегулированный на давление 0,17 МПа (1,7 кгс/см^2), — к пневматическому устройству У4 типа УПН-3.

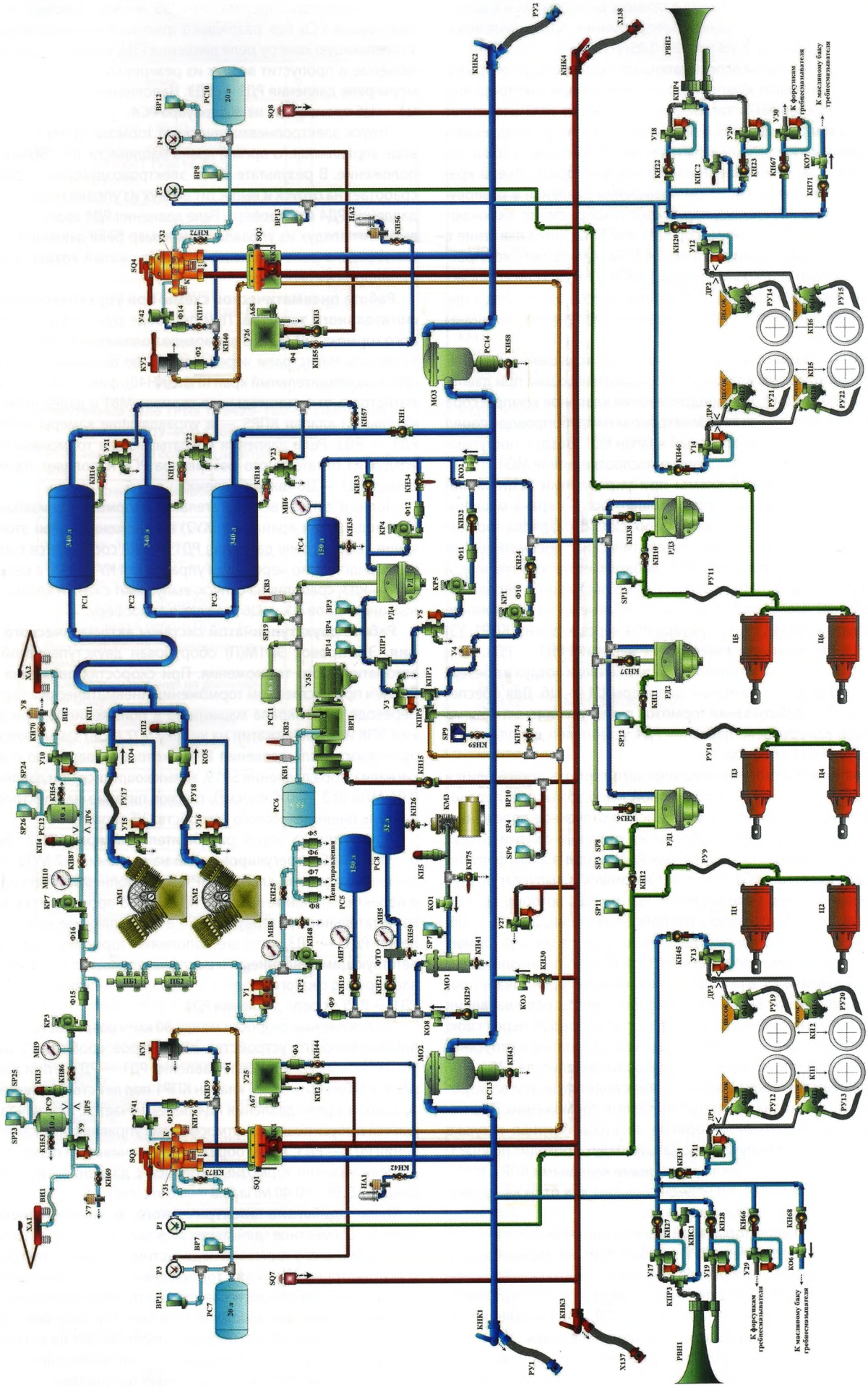
Из питательной магистрали через устройства блокировки тормозов SQ1, SQ2 № 367А воздух поступает к кранам машиниста SQ3, SQ4 № 395М-4-2-01, затем через комбинированные краны КК1, КК2 — в тормозную магистраль, через разобщительный кран КН15 — в воздухораспределитель ВРП № 292М и далее — в запасный резервуар РС6 объемом 55 л. Через краны машиниста происходит зарядка уравнительных резервуаров РС7 и РС10. В комплект воздухораспределителя ВРП входит электровоздухораспределитель У35 ЭВР № 305-000. На трубопроводе от воздухораспределителя ВРП к запасному резервуару РС6 установлены выпускные клапаны КВ1, КВ2.

Одновременно воздух поступает к кранам управления вспомогательного тормоза локомотива КУ1, КУ2 № 215-1 и через разобщительный кран КН44 и фильтр Ф3 — к электропневматическому клапану автостопа У25, а через разобщительный кран КН55 и фильтр Ф4 — к электропневматическому клапану автостопа У26 ЭПК-150И.

Из тормозной магистрали через разобщительные краны КН2, КН3 воздух поступает к электропневматическим клапанам автостопа У25, У26, а также к клапанам аварийного экстренного торможения SQ7, SQ8.

Для контроля давления сжатого воздуха в питательной магистрали и тормозных цилиндрах крайних тележек, в тормозной магистрали и уравнительных резервуарах на пульте машиниста установлены двухстрелочные манометры Р1 — Р4.

Схема пневматического оборудования электровоза ЭП1М(П):
А67, А68 — блоки КОН; ВИ1, ВИ2 — изоляционные воздухопроводы токоприемников; ВР3, ВР4, ВР7 — ВР10 — преобразователи давления; ВР11 — ВР14 — датчики давления; ВРП — воздухораспределитель № 292М; ДР1 — ДР4 — ниппели 5 мм; ДР5, ДР6 — калибровочные клапаны; КВ1 — КВ3 — выпускные клапаны; КК1, КК2 — комбинированные краны блокировки тормозов № 367А; КМ1, КМ2 — компрессоры ВУ 3,5/10-1450; КМ3 — компрессор ВВ 0,05/7-1000; КНК1 — КНК4 — концевые краны № 4314; КН1 —КН3, КН10 — КН12, КН15 — КН46, КН48, КН50, КН55 — КН59, КН66 — КН77, КН86, КН87 — разобщительные краны; КО1 — КО3, КО6 — КО8 — обратные клапаны 1-2; КО4, КО5 — обратные клапаны 1-10; КП1, КП2, КП5 — предохранительные клапаны 2-2; КП3, КП4 — предохранительные клапаны 2-1; КПР1 — КПР5 — переключательные клапаны 5-2; КР1 — КР7 — редукторы № 348; КПС1, КПС2 — клапаны сигнала КС-5; КУ1, КУ2 — краны управления вспомогательного тормоза № 215; МН5 — МН7 — манометры МП-16; МН8 — МН10 — манометры МП-10; МО1 — маслоотделитель компрессора КМ3; МО2, МО3 — маслоотделители Э-120/Т; НА1, НА2 — электропневматические свистки С17; ПБ1, ПБ2 — пневматические блокировки ПБ-3; РВН1, РВН2 — ревуны ТС-22; РД1 — РД4 — реле давления № 404; РС1 — РС3 — главные резервуары (3 × 340 л); РС4 — питательный резервуар (150 л); РС5 — резервуар цепей управления (150 л); РС6 — запасный резервуар (55 л); РС7, РС10 — уравнительные резервуары (20 л); РС8 — резервуар главного выключателя (32 л); РС9, РС12 — резервуары (10 л) устойчивой работы токоприемников; РС11 — дополнительный резервуар (16 л); РС13, РС14 — резервуары маслоотделителей МО2, МО3; РУ1, РУ2 — соединительные рукава Р17Б; РУ9, РУ10, РУ11 — соединительные рукава Р23; РУ12 — РУ15, РУ19 — РУ22 — рукава подачи песка под колесные пары; РУ17, РУ18 — металлические рукава на напорном трубопроводе компрессоров; У1 — вентиль защиты ВЗ-6; У3 — электропневматический клапан КПЭ–9; У4, У5, У7, У8 — пневматические устройства УПН–3; У9, У10 — клапаны токоприемника КТ-20-02; У11, У13 — электропневматические клапаны КП-8; У12, У14 — электропневматические клапаны КП-8; У15 — разгрузочный клапан КР-1; У16 —разгрузочный клапан КР–1; У17 — У20 — электропневматические клапаны КП-8; У21 — У23 — клапаны КП-110-01 продувки главных резервуаров; У25, У26 — электропневматические клапаны автостопа ЭПК-150И; У27 — электропневматический клапан экстренного торможения № 266-1; У29, У30 — пневматические устройства УПН–3; У31, У32 — электропневматические приставки ПЭКМ1/485 к кранам машиниста; У35 — электровоздухораспределитель № 305; У41, У42 — клапаны КЭО 03 из комплекта УСАВП; Ф1 — Ф16 — фильтры № Э-114; ФП1 — ФП8 — форсунки подачи песка; ФТО — фильтр тонкой очистки воздуха резервуара ГВ; Ц1 — Ц6 — тормозные цилиндры № 627 диаметром 14"; Х137, Х138 — соединительные рукава тормозной магистрали № 369А; SP3 — пневматический выключатель управления ПВУ5-03; SP4 — пневматический выключатель управления ПВУ5; SP6 — пневматический выключатель управления ПВУ5; SP7 — пневматический выключатель управления ПВУ5-08; SP8 — пневматический выключатель управления ПВУ5-06; SP9 — датчик-реле давления ДЕМ102–1–02–2; SP11 — SP13 — пневматический выключатель управления ПВУ5-05 тележек; SP19 — сигнализатор давления № 115; SP23 — SP26 — сигнализаторы давления № 115А; SQ1, SQ2 — устройство блокировки тормозов № 367А; SQ3, SQ4 — краны машиниста №395М-4-2-01; SQ7, SQ8 — клапаны аварийного экстренного торможения № 130.30; Р1 — Р4 — манометры М3а2-106-В; ХА1, ХА2 — токоприемники ТасС-10-01



При отсутствии сжатого воздуха в главных резервуарах и в запасном резервуаре РС5 для подъема токоприемника используют вспомогательный компрессор КМ3 типа ВВ 0,05/7-1000.

Для облегчения запуска вспомогательного компрессора открывают кран КН75, запускают компрессор и после набора электродвигателем оборотов кран КН75 закрывают. Компрессор КМ3 наполняет сжатым воздухом резервуар РС8 объемом 32 л главного воздушного выключателя и магистраль пневматических блокировок и токоприемника. Для сокращения наполняемого компрессором объема краны КН29 и КН19 перекрывают. При повышении давления в резервуаре РС8 до 0,6 МПа (6,0 кгс/см^2) поднимают токоприемник, включают главный выключатель и компрессор КМ1 или КМ2. Когда давление в главных резервуарах поднимется до 0,4 МПа (4,0 кгс/см^2), компрессор КМ3 отключают и открывают краны КН29 и КН19. Если компрессор КМ3 не отключен вручную, он автоматически отключается выключателем управления SP7 при повышении давления до величины 0,75 МПа (7,5 кгс/см^2).

Магистраль компрессора КМ3 защищена от повышенного давления предохранительным клапаном КП5, срабатывающим при давлении 0,8 МПа (8,0 кгс/см^2). Для предохранения клапанов компрессора от противодавления при работе электровоза на трубопроводе перед компрессором установлен обратный клапан КО1. Воздух, поступающий от компрессора КМ3, очищается в маслоотделителе МО1.

Работа пневматической схемы при управлении краном машиниста. При перемещении управляющего органа крана машиниста в одно из тормозных положений происходит разрядка тормозной магистрали и срабатывает автоматический пневматический тормоз. Воздухораспределитель ВРП срабатывает на торможение, и сжатый воздух из запасного резервуара РС6 поступает в управляющую камеру реле давления РД4, которое срабатывает на торможение и подает сжатый воздух из резервуара РС4 через клапаны КПР1, У3, КПР2, КПР5 в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3. Реле давления РД1 — РД3 срабатывают на торможение, и воздух из резервуара РС4 поступает в тормозные цилиндры Ц1 — Ц6. Для обеспечения плавности срабатывания тормозов путем увеличения объема управляющей камеры реле давления РД4 установлен дополнительный резервуар РС11 объемом 16 л.

Отпуск автоматического пневматического тормоза производится путем повышения давления в тормозной магистрали при переводе управляющего органа крана машиниста в отпускное положение. Воздухораспределитель ВРП сработает на отпуск, и сжатый воздух из управляющей камеры реле давления РД4 выйдет в атмосферу через ВРП. Реле давления РД4 сработает на отпуск и выпустит воздух из управляющих камер реле давления РД1 — РД3, которые, в свою очередь, выпустят сжатый воздух из тормозных цилиндров Ц1 — Ц6.

Для отпуска тормоза локомотива независимо от состава служит кнопка «Отпуск тормозов локомотива». При ее нажатии подается напряжение на вентиль У3, в результате чего клапан перекрывает проход сжатого воздуха от ВРП в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3 и одновременно сообщает их с атмосферой через свою клапанную систему. Этой же кнопкой снимается питание с отпускного и тормозного вентилей электровоздухораспределителя У35.

Электропневматический клапан У3 выполняет функции электроблокировочного клапана при рекуперативном торможении. При неработающем рекуперативном тормозе электромагнитная катушка клапана У3 питания не получает, и сжатый воздух проходит по участку трубопровода между переключательными клапанами КПР1, КПР2.

Выпускные клапаны КВ1, КВ2 предназначены для отпуска автоматического тормоза электровоза вручную.

При разрыве рукавов тормозной магистрали электровоза и вагонов воздухораспределитель ВРП срабатывает на торможение и наполняет из запасного резервуара РС6 управляющую камеру реле давления РД4, которое из питательного резервуара РС4 наполняет управляющие камеры реле давления РД1 — РД3, а реле давления наполняют сжатым воздухом тормозные цилиндры тележек.

При включении ЭПТ и переводе управляющего органа крана машиниста SQ3 (SQ4) в положение VЭ сработает на торможение электровоздухораспределитель У35, и сжатый воздух из запасного резервуара РС6 без разрядки тормозной магистрали поступает в управляющую камеру реле давления РД4, которое сработает на торможение и пропустит воздух из резервуара РС4 в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3. Наполнение тормозных цилиндров Ц1 — Ц6 произойдет из резервуара РС4.

Отпуск электропневматического тормоза происходит при переводе управляющего органа крана машиниста SQ3 (SQ4) в отпускное положение. В результате этого электровоздухораспределитель У35 сработает на отпуск и выпустит воздух из управляющей камеры реле давления РД4 в атмосферу. Реле давления РД4 сработает на отпуск и выпустит воздух из управляющих камер реле давления РД1 — РД3 в атмосферу, а реле давления выпустят сжатый воздух из тормозных цилиндров в атмосферу.

Работа пневматической схемы при управлении краном вспомогательного тормоза. При переводе ручки крана вспомогательного тормоза КУ1 (КУ2) в тормозное положение сжатый воздух из питательной магистрали через устройство блокировки тормозов SQ1 (SQ2), разобщительный кран КН39 (КН40), фильтр Ф1 (Ф2) поступает в магистраль вспомогательного тормоза МВТ и далее через переключательный клапан КПР5 — в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3. Реле давления срабатывают на торможение, и сжатый воздух из питательного резервуара РС4 наполняет тормозные цилиндры Ц1 — Ц6 каждой тележки.

Полный отпуск вспомогательного тормоза производится путем перевода ручки крана КУ1 (КУ2) в положение I. При этом управляющие камеры реле давления РД1 — РД3 сообщаются с атмосферой непосредственно через кран управления КУ1 (КУ2), а реле давления РД1 — РД3, сработав на отпуск, выпускают сжатый воздух из тормозных цилиндров Ц1 — Ц6 тележек в атмосферу.

Работа двухступенчатой системы автоматического торможения. Электровоз ЭП1М(П) оборудован двухступенчатой системой автоматического торможения. При скоростях движения от 140 до 80 км/ч при экстренном торможении пневматическим тормозом при переводе ручки крана машиниста в положение VI, при срабатывании ЭПК или при нажатии на кнопку SQ7 (SQ8) замыкаются контакты преобразователя давления ВР10, которые совместно с контактами сигнализатора давления SP19, замыкающимися при давлении 0,02 — 0,04 МПа (0,2 — 0,4 кгс/см^2), подают питание на электромагнитный вентиль пневматического устройства У5 типа УПН-3.

Устройство У5 через разобщительный кран КН32, фильтр Ф11, редуктор КР5, отрегулированный на давление 0,7 МПа (7,0 кгс/см^2), переключательный клапан КПР1, электропневматический клапан У3 и переключательные клапаны КПР2, КПР5 пропускает сжатый воздух из питательного резервуара РС4 в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3, которые наполняют тормозные цилиндры соответствующим давлением. Переключательный клапан КПР1 перекрывает проход сжатого воздуха в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3 от реле давления РД4.

При снижении скорости менее 80 км/ч разрывается цепь питания пневматического устройства У5, которое сообщает с атмосферой управляющие камеры реле давления РД1 — РД3, и при давлении менее 0,4 МПа (4,0 кгс/см^2) клапан КПР1 под действием сжатого воздуха со стороны реле давления РД4 переключается. В результате прекращается выпуск воздуха в атмосферу из управляющих камер реле давления РД1 — РД3. Таким образом обеспечивается переход на первую ступень нажатия тормозных колодок с давлением в тормозных цилиндрах 0,38 — 0,40 МПа (3,8 — 4,0 кгс/см^2).

Взаимодействие электрического и пневматического тормозов. Совместное действие электрического и автоматического пневматического тормозов недопустимо. Схемой электровоза предусмотрен только один вид торможения — электрический или пневматический. Это обеспечивается электропневматическим клапаном У3 и пневматическим выключателем SP6. При действии электропневматического или пневматического торможения на катушке вентиля клапана У3 отсутствует напряжение, и он пропускает воздух от воздухораспределителя ВРП к тормозным цилиндрам.

При переходе на электрическое торможение на катушку вентиля клапана У3 подается напряжение, в результате чего он перекрывает проход воздуха к реле давления РД1 — РД3 и одновременно сообщает с атмосферой управляющие камеры реле давления РД1 — РД3. Возможность торможения состава электропневматическим или пневматическим тормозом при электрическом торможении электровоза сохраняется.

При снижении давления в тормозной магистрали до значения 0,29 — 0,27 МПа (2,9 — 2,7 кгс/см^2) электрическое торможение автоматически отключается выключателем SP6, который снимает напряжение с катушки вентиля клапана У3, и клапан пропускает сжатый воздух к реле давления РД1 — РД3. При повышении давления в тормозной магистрали до величины 0,45 — 0,47 МПа (4,5 — 4,7 кгс/см^2) работа электрического тормоза восстанавливается.

При срыве электрического торможения автоматически приходит в действие схема замещения электрического тормоза пневматическим. Пневматическое устройство У4 получает питание и через разобщительный кран КН24, фильтр Ф10, редуктор КР1, отрегулированный на давление 0,17 МПа (1,7 кгс/см^2), переключательные клапаны КПР2, КПР5 пропускает воздух из питательного резервуара РС4 в управляющие камеры реле давления РД1 — РД3, которые обеспечивают в тормозных цилиндрах каждой тележки соответствующее давление. Одновременно при срыве электрического торможения срабатывает свисток НА1 (НА2), установленный в обеих кабинах машиниста.

Схема допускает возможность одновременного торможения электрическим и пневматическим тормозами краном вспомогательного тормоза КУ1 (КУ2). Совместное действие двух видов торможения возможно до тех пор, пока давление в тормозных цилиндрах не превысит величины 0,13 — 0,15 МПа (1,3 — 1,5 кгс/см^2). При данном давлении и выше пневматический выключатель SP3 разбирает схему электрического торможения. Восстановление электрического тормоза происходит при снижении давления в тормозных цилиндрах до 0,03 — 0,05 МПа (0,3 — 0,5 кгс/см^2).

Следование электровоза в недействующим состоянии. Для подготовки электровоза к пересылке в недействующем состоянии наполняют резервуар РС5 максимальным давлением и перекрывают кран КН19. Выключают также вспомогательные машины, главный выключатель, опускают токоприемник, выключают ЭПК, КЛУБ, САУТ и рубильник аккумуляторной батареи.

В каждой кабине управления ручки управляющего органа крана машиниста SQ3, SQ4 устанавливают в положение VI, ручки КУ1, КУ2 — в положение V, включают устройства блокировки тормозов SQ1, SQ2, а комбинированные краны КК1, КК2 переводят в положение двойной тяги. Перекрывают также разобщительные краны КН2, КН3 и КН44, КН55 к электропневматическим клапанам ЭПК У25, У26.

В машинном помещении перекрывают разобщительный кран КН1, открывают кран «холодного резерва» КН30 и кран КН74 для отпуска тормозов локомотива. Разобщительный кран КН29 на пневматические цепи вспомогательных аппаратов следует перекрыть.

Для ограничения давления в тормозных цилиндрах от 0,175 до 0,195 МПа (от 1,75 до 1,95 кгс/см^2) под кузовом электровоза закрывают разобщительный кран КН33 и открывают кран КН34.

Воздухораспределитель ВРП устанавливают на режим «К» при следовании электровоза в сплотке пассажирских локомотивов или пересылке в составе пассажирского поезда, и на режим «Д» — при пересылке в сплотке грузовых локомотивов или в составе грузового поезда.

Рукава XI37 или XI38 тормозной магистрали недействующего локомотива соединяют с тормозной магистралью ведущего локомотива и открывают концевые краны КНК3 и КНК4.

Воздух из тормозной магистрали через открытый кран КН30 и обратный клапан КО3 наполняет резервуар РС4 до давления, равного зарядному давлению тормозной магистрали ведущего локомотива.

Вспомогательные пневматические цепи электровоза. Вспомогательные цепи электровоза служат для подачи сжатого воздуха к главному выключателю, токоприемникам, электропневматическим контакторам, гребнесмазывателям, форсункам песочниц и звуковым сигналам.

В систему гребнесмазывателей воздух поступает через электромагнитные вентили У29 (под первую) и У30 (под шестую) колесную пару.

Звуковыми сигналами являются тифон и свисток РВН1, РВН2. Тифоны имеют дистанционное электропневматическое управление клапанами У17, У18, а также пневматическое — клапанами КПС1, КПС2. Свисток имеет электропневматическое управление клапанами У19, У20.

В резервуар РС8 главного выключателя сжатый воздух поступает из питательной магистрали через разобщительный кран КН21 и фильтр с металлокерамической вставкой ФТО. Конденсат из резервуара РС8 и фильтра ФТО удаляют через спускные краны КН26 и КН50.

Сжатый воздух в аппараты цепей управления и токоприемника поступает из питательной магистрали через разобщительный кран КН29, обратный клапан КО8, фильтр Ф9 и редуктор КР2, где давление воздуха понижается до 0,5 МПа (5,0 ± 0,2 кгс/см^2). Далее воздух поступает через вентиль защиты У1, блокировки ПБ2 и ПБ1 штор высоковольтных камер, фильтры Ф15 и Ф16 к редукторам КР3 и КР7 и с понижением давления до 0,24 МПа (2,4 кгс/см^2) — к клапанам токоприемников У9 и У10.

Устойчивую работу токоприемников обеспечивают резервуары РС9, РС12 и калибровочные клапаны ДР5, ДР6. Предохранительные клапаны КП3, КП4, отрегулированные на давление 0,3 МПа (3,0 кгс/см^2), защищают токоприемники от перегрузок при его перемещениях или неправильной регулировке редукторов КР3, КР7.

Для стабилизации величины нажатия полоза токоприемника на контактный провод при прохождении участков с меняющейся его высотой в системе питания токоприемников установлены сигнализаторы давления SP23, SP24 и SP25, SP26 и пневматические устройства У7, У8 типа УПН-3.

При подаче напряжения на клапан токоприемника У9 (У10) воздух поступает в баллон токоприемника из резервуара РС9 (РС12), а также через калибровочный клапан ДР5 (ДР6) со стороны редуктора КР3 (КР7), в результате чего токоприемник поднимается. Время подъема токоприемника регулируется с помощью клапанов ДР5 (ДР6). Когда контакт сигнализатора давления SP23 (SP24) разомкнут, то пневматическое устройство У7 (У8) закрыто. При движении полоза токоприемника вниз давление в системе будет нарастать, и при давлении 0,25 МПа (2,5 кгс/см^2) сигнализатор давления SP23 (SP24) собирает цепь подачи напряжения на устройства У7 (У8), которые кратковременно сбрасывают воздух из системы питания токоприемника.

При давлении в системе менее 0,25 МПа (2,5 кгс/см^2) сигнализатор SP23 (SP24) разберет цепь подачи напряжения на У7 (У8), и сброс воздуха прекратится. Сигнализаторы давления SP25, SP26, отрегулированные на размыкание контакта при снижении давления до 0,19 МПа (1,9 кгс/см^2), исключают возможность опускания токоприемника под нагрузкой и обеспечивают отключение главного выключателя.

Если токоприемник не опустится, то при включенном главном выключателе вентиль У1 останется под напряжением и не выпустит воздух из пневматических блокировок ПБ2, ПБ1. Вход в высоковольтные камеры в этом случае будет невозможен.

Подсыпка песка производится под 1-ю, 2-ю, 5-ю и 6-ю колесные пары по ходу движения электровоза с помощью форсунок ФП1 — ФП8, работой которых управляют электропневматические клапаны, соответственно, У11 и У13, У12 и У14.

Пневматический выключатель управления SP8 обеспечивает автоматическую подсыпку песка под колесные пары при скорости более 10 км/ч и давлении в ТЦ от 0,28 до 0,32 МПа (от 2,8 до 3,2 кгс/см^2). Подсыпка песка автоматически прекращается при давлении в ТЦ 0,15 — 0,17 МПа (1,5 — 1,7 кгс/см^2). Песок также подается автоматически при экстренном торможении.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СТОЯНОЧНОГО ТОРМОЗА НА ЭЛЕКТРОПОЕЗДАХ

В.П. ЕГОРОВ, Е.А. БУРГСДОРФ,
г. Москва

Автоматический стояночный тормоз (АСТ) модификации ТСА10 предназначен для установки на электропоезда всех серий, оборудованных тормозными цилиндрами № 578. Принцип работы АСТ заключается в фиксации поршня тормозного цилиндра (ТЦ) в заторможенном положении при снижении давления воздуха в сервоцилиндре АСТ ниже 2 кгс/см^2 (режим «Действие» АСТ).

Монтаж трубопроводов АСТ на электропоездах выполняется с подключением к трубопроводу, идущему от воздухораспределителя к запасному резервуару (см. рисунок). Такое подключение способствует быстрому отпуску тормозов после выполнения экстренного торможения, так как при этом АСТ не приходит в действие вследствие того, что конечное давление в запасном резервуаре соответствует максимальному давлению в тормозных цилиндрах (3,4 — 3,6 кгс/см^2), что значительно выше порога срабатывания АСТ. Для отключения сервоцилиндра АСТ на его трубопроводе имеется дополнительный разобщительный кран (ДРК) с атмосферным каналом. Атмосферный канал через разобщительный кран сообщает сервоцилиндр АСТ с атмосферой при отключении АСТ в случае его неисправности.

Ниже рассмотрим некоторые случаи, встречающиеся в эксплуатации, связанные с работой АСТ.

❶ *Произведено экстренное торможение. Тормозной цилиндр, запасный резервуар и магистрали утечек не имеют.* В этом случае система АСТ не сработает по причине, описанной выше. Выполнив отпуск тормозов согласно составности поезда и убедившись в этом по погасанию сигнальных ламп «СОТ» и «СОТ-Х» на пульте управления, можно приводить поезд в движение.

❷ *Произведено экстренное торможение. Тормозной цилиндр, запасный резервуар и магистрали имеют утечки воздуха, и давление снижается.* При достижении давления в сервоцилиндре АСТ ниже 2 кгс/см^2 (режим «Действие» АСТ) срабатывает АСТ. Теперь для отпуска тормозов поезда понадобится значительно большее время, так как АСТ необходимо будет перевести в режим «Ожидание». Для этого следует полностью зарядить запасные резервуары и тормозную магистраль поезда. После зарядки необходимо выполнить полное служебное торможение и, выждав 15 — 20 с, осуществить полный отпуск основного тормоза.

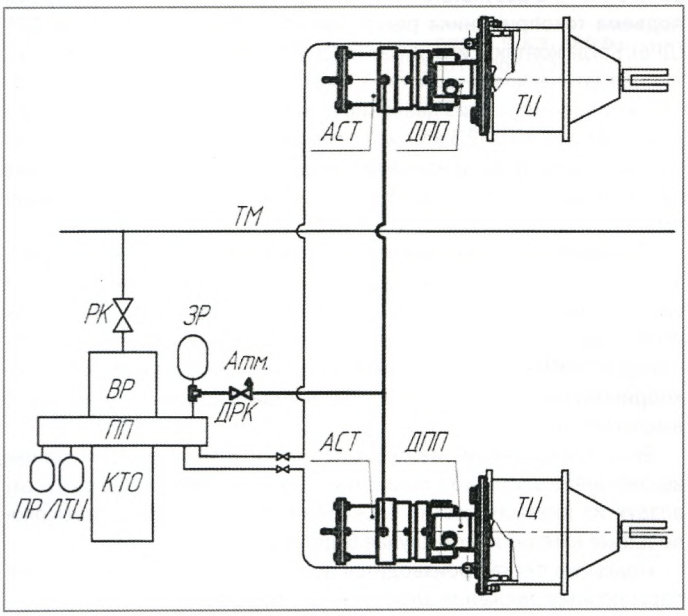


Схема монтажа автоматического стояночного тормоза в пневматическую схему автоматических тормозов электропоезда при подключении его к запасному резервуару:
АСТ — автоматический стояночный тормоз; Атм. — атмосферное отверстие ДРК; ВР — воздухораспределитель; ДПП — датчик положения поршня; ДРК — дополнительный разобщительный кран; ЗР — запасный резервуар; КТО — контейнер тормозного оборудования (для поездов серий ЭП); ЛТЦ — ложный тормозной цилиндр; ПП — привалочная плита; ПР — питательный резервуар; РД — реле давления; РК — разобщительный кран; ТМ — тормозная магистраль

Рекомендуется при отправлении после выполнения экстренного торможения кратковременно поставить контроллер машиниста в маневровое положение и после набора скорости до 3 — 5 км/ч перевести его в положение «0». Состав поезда при этом должен равномерно катиться вперед. После того как состав поезда прокатится не менее 10 — 15 м, можно продолжить движение. При наличии оттяжек в составе поезда или быстрого падения скорости помощнику машиниста следует осмотреть ходовую часть и выявить причину неотпуска тормоза.

При служебных торможениях, отпуске автотормоза и электропневматического тормоза АСТ находится в режиме «Ожидание», поэтому он не фиксирует поршень ТЦ и не влияет на работу основного тормоза.

❸ *Использование АСТ в качестве ручного тормоза.* В этом случае следует перекрыть ДРК вагона и при необходимости установить пробку-фиксатор АСТ в рабочее положение, используя для этого рожковый ключ на 17 мм. Вставив ключ (специальную рукоятку) в червячный редуктор и вращая его, следует затормозить или отпустить ТЦ. Если ключ установлен рукояткой вверх, то для затормаживания ТЦ необходимо перемещать рукоятку в сторону ТЦ, а для отпуска — в обратную сторону. При ручном затормаживании АСТ усилие на рукоятке ключа должно быть не более 7,5 кгс. Для контроля действия АСТ по движению штока ТЦ следует предварительно выполнить принудительный отпуск тормоза вагона (отпустить за поводок вручную). АСТ, заторможенный вручную, необходимо отпускать также вручную.

❹ *Приемка электропоезда из отстоя.* При приемке состава из отстоя следует убедиться в том, что ДРК у всех вагонов, оборудованных АСТ, находятся в открытом положении, а пробки-фиксаторы — в рабочем положении. Перед проведением опробования тормозов следует закрепить электропоезд установленным порядком.

Для прекращения действия АСТ необходимо:

✓ выполнить полную зарядку тормозной сети моторвагонного поезда;

✓ выполнить отпуск АСТ (в соответствии с п. 2);

✓ по погасанию сигнальной лампы «СОТ» убедиться в отпуске основного тормоза и прекращении действия АСТ.

❺ *Переход на управление электропоездом из другой кабины.* Перед уходом из оставляемой кабины необходимо разрядить тормозную магистраль до нуля служебным или экстренным торможением. В кабине, из которой будет осуществляться дальнейшее управление тормозами поезда, после полной зарядки тормозной системы электропоезда (если сигнальная лампа «СОТ» не погасла) следует выполнить отпуск АСТ в соответствии с п. 2.

❻ *Постановка электропоезда в отстой.* Для закрепления электропоезда действием АСТ на пути отстоя необходимо разрядить тормозную магистраль до нуля служебным или экстренным торможением и (в зависимости от серии электропоезда) снизить давление в запасном резервуаре ниже порога срабатывания АСТ (см. ниже).

❼ *Отключение АСТ.* Для отключения отказавшего по неисправности АСТ следует выполнить следующие действия:

→ при необходимости отпустить АСТ вручную (в соответствии с п. 3);

→ установить пробку-фиксатор отказавшего АСТ в транспортное положение, используя для этого рожковый ключ на 17 мм;

→ открыть ДРК вагона (если он был перекрыт);

→ при необходимости выполнить дистанционный отпуск АСТ электропоезда.

При возникновении неустранимой утечки воздуха из АСТ или трубопровода к АСТ следует перекрыть ДРК вагона. При необходимости отпустить АСТ вручную в соответствии с п. 3 и установить пробки-фиксаторы обоих АСТ вагона в транспортное положение, используя для этого рожковый ключ на 17 мм.

8 *Проверка работы АСТ.* Для проверки работы АСТ необходимо разрядить тормозную магистраль до нуля служебным или экстренным торможением. Далее следует выполнить принудительный отпуск пневмотормоза с помощью выпускного клапана («отдоить» тормоз). При этом следует убедиться, что штоки тормозных цилиндров, оборудованных АСТ, остались в положении торможения, а на пульте управления горит лампа «СОТ».

Выполняя полный отпуск тормозов, необходимо убедиться, что штоки тормозных цилиндров, оборудованных АСТ, остались в положении торможения, а на пульте управления горит лампа «СОТ».

Выполнив отпуск АСТ в соответствии с п. 2, следует убедиться в отпуске АСТ по возврату штоков тормозных цилиндров, оборудованных АСТ, в отпускное положение и погасанию лампы «СОТ».

Проверку работы АСТ в ручном режиме следует выполнять в соответствии с п. 3.

Герметичность АСТ и трубопроводов АСТ определяется при проверке герметичности тормозного оборудования (ЗР и ТЦ) основного тормоза. При необходимости поиск мест утечек воздуха осуществляется методом обмыливания соединений трубопровода АСТ, а также штуцеров, пробок и атмосферных отверстий АСТ.

При несоответствии работы АСТ положениям, перечисленным в п. 8, его следует заменить.

На электропоездах всех серий (за исключением серий ЭП) возможно вызвать принудительное срабатывание АСТ из кабины машиниста. Для этого нужно исключить питание тормозной магистрали, установив ручку крана машиниста № 395 в положение III или перекрыть разобщительный кран на этой магистрали у крана машиниста. Далее, включив ЭПТ, необходимо вызвать несколько торможений с отпуском тормозов с тем, чтобы израсходовать давление воздуха в запасном резервуаре и тормозной магистрали и снизить его ниже порога срабатывания АСТ. В результате автоматический стояночный тормоз перейдет из режима «Ожидание» в режим «Действие».

На электропоездах серий ЭП вышеописанный способ не подойдет, так как на них электропневматический тормоз не связан с давлением воздуха в тормозной магистрали и запасном резервуаре и питается непосредственно от питательной магистрали. Поэтому на этих электропоездах для срабатывания АСТ нужно выполнить пневматическим тормозом полное служебное торможение, перекрыть разобщительный кран у крана машиниста на тормозной магистрали и, пройдя низом вдоль состава, открыть спускные краны на запасных резервуарах (или потянуть за поводок отпуска тормозов). Таким образом, АСТ перейдет в режим «Действие», как только давление воздуха в запасном резервуаре и, соответственно, в тормозной магистрали, станет ниже порога срабатывания АСТ.

НОВОСТИ ТРАНСМАШХОЛДИНГА

За качеством сборки на предприятиях ТМХ следит компьютерное зрение

На Новочеркасском электровозостроительном и Тверском вагоностроительном заводах (НЭВЗ и ТВЗ, входят в состав АО «Трансмашхолдинг») успешно внедряется компьютерное зрение, один из инструментов Индустрии 4.0. Эта технология позволяет бесконтактно выполнять проверку элементов, их классификацию и измерение заданных параметров.

На НЭВЗе компьютерное зрение реализуется в электровозосборочном производстве и применяется на этапах, связанных с электрическим монтажом реек зажимов как внутри кузова электровоза, так и на участках сборки блоков силовых аппаратов. Главная цель — автоматизация процесса контроля качества, которая достигается путем распознавания маркировки проводов на рейках и сверки их с эталонной электрической схемой.

Электромонтажник-схемщик, используя планшет или смартфон, авторизуется в системе под своей учетной записью и после сборки рейки зажимов направляет на неё камеру гаджета. Затем в автоматическом режиме происходят распознавание маркировки проводов и их сверка с эталонной электрической схемой, а также сохранение фотографии в базе данных. Если в сборке была допущена ошибка, то программа покажет, где ошибка и не примет работу, пока несоответствие монтажа не будет устранено. Технология позволяет сократить время работы электромонтажника-схемщика в части самоконтроля и обеспечить повышение скорости проверки специалистами Управления технического контроля.

Планируется также масштабировать компьютерное зрение на других производствах НЭВЗа. В частности, для бесконтактной проверки приварных элементов в сварочно-кузовном производстве.


Компьютерное зрение обеспечивает высокое качество продукции

На Тверском заводе компьютерное зрение начало внедряться в сборочно-сварочном производстве — на участке изготовления рам кузова метро. Система компьютерного зрения позволяет минимизировать влияние так называемого «человеческого фактора», выявлять несоответствия на начальном этапе производства и не пропускать их далее.

Применение компьютерного зрения и других бесконтактных технологий обеспечивает более высокую эффективность технологических процессов, позволяя оптимизировать расходы на производство, снизить долю ручного труда и дополнительно обеспечить стабильное высокое качество продукции. В перспективе предполагается охватить технологиями компьютерного зрения все производственные площадки холдинга.

По материалам Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям АО «Трансмашхолдинг»

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТОПЛИВА В ПАРОВОЗНОЙ ТЯГЕ

В.Н. ИГИН,
доктор технических наук, профессор РУТ (МИИТ)

Распоряжением ОАО «РЖД» от 9.04.2018 № 707/р «Об утверждении положения о машинисте-инструкторе локомотивных бригад дирекции тяги», п. 5.4.7, обязанность «разрабатывать в установленном порядке дифференцированные нормы расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на тягу поездов» возложена на машиниста-инструктора по теплотехнике. Одновременно распоряжением ОАО «РЖД» от 17.05.2019 № 962/р «Об утверждении положения о планировании и нормировании расхода ТЭР на тягу поездов в ОАО „РЖД"» разрабатывать нормы удельного расхода предложено с использованием методики анализа и прогнозирования расхода ТЭР на тягу поездов от 24.12.2014 № 512, процедура нормирования в которой не предусмотрена.

Полезно вспомнить, что последний официальный документ, содержащий процедуру нормирования, — это «Инструкция по техническому нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов» от 20.05.1967 № 2564/МПС — адаптирован к локомотивам постройки 50-х годов прошлого века и требует актуализации. По этой причине современное техническое нормирование расхода ТЭР на поездку базируется на простом назначении нормы. Следствием такого подхода стала систематическая ошибка нормирования ТЭР, достигающая 25 % и выше. При этом указанием ОАО «РЖД» от 28.11.2013 № 2172/ЦУНР погрешность нормы на поездку составляет 30 %, что требует ужесточения.

Для задачи повышения точности технического нормирования ТЭР рассмотрим возможность ее решения на примере эксплуатируемого парка паровозов, технические характеристики которых приведены в табл. 1.

Притом, что в инвентарном парке ОАО «РЖД» содержится более 130 действующих 17-ти серий паровозов, их тягово-энергетические и топливные характеристики отсутствуют в современных Правилах тяговых расчетов [1]. Поэтому план расхода ТЭР на паровозную тягу осуществляют как на хозяйственные нужды — от ранее достигнутого итогового за год результата.

Для обеспечения надлежащей точности нормирования до 1 % возьмем за основу расчетов «Инструкцию по техническому нормированию расхода топлива на паровозах» МПС СССР от 25.05.1962 № ЦТ/2187 [2].

Напомним, что техническое нормирование расхода топлива паровозами, как и в упомянутой выше инструкции, основано на данных их топливно-энергетического паспорта и формул, приведенных в более ранних Правилах тяговых расчетов для поездной работы [3].

Такой подход, в отличие от упрощенного, на основе «опыта работы» теплотехника, обеспечивает соответствие значений разработанных норм расхода топлива измерителям работы и техническим характеристикам эксплуатируемого тягового и нетягового подвижного состава [4].

Таблица 1

Технические характеристики паровозов

Параметры	Серия			
	Л	П36	$С^{у}$	$Э^{м}$
Осевая формула	1-5-0	2-4-2	1-3-1	0-5-0
Род службы	грузовой	пасс.	пасс.	грузовой
Диаметр колеса D, м	1,5	1,85	1,85	1,32
Масса М, т	170	135	130	130
Испарительная поверхность Н, $м^2$	222,3	243,2	188	195,2
Площадь колосника R, $м^2$	6	6,75	4,7	4,46
Давление $P_к$, мПа ($кгс/см^2$)	1,37 (14)	1,47 (15)	1,27 (13)	1,37 (14)
Мощность N_i, кВт (л.с.)	1620 (2200)	2060 (2800)	1020 (1380)	920 (1250)
Скорость $v_к$, м/с (км/ч)	22,2 (80)	34,8 (125)	31,9 (115)	18,0 (65)
Скорость $v_р$, м/с (км/ч)	5,8 (21)	12,8 (46)	10,3 (37)	4,2 (15)
Сила тяги $F_р$, кН (тс)	217 (22,2)	141 (14,4)	94,0 (36)	198 (20,2)
Форсировка $z_к$, $кг/м^2 \cdot ч$	70	80	55	50

Техническую норму расхода топлива определяют для каждой серии паровоза по плечам обслуживания с учетом трудности профиля пути, планируемых показателей и способов использования подвижного состава, а также метеорологических показателей нормируемого периода.

Технические нормы, как плановую меру потребления угля паровозом, устанавливают локомотивным бригадам ежемесячно и назначают в условных единицах: килограммах условного топлива, отнесенных к единице выполненной работы (измерителю работы), т.е. кгут/изм. Для перевода условных единиц в натуральные применяют калорийные эквиваленты [5].

Технические нормы, согласно «Положению о планировании расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов в ОАО „РЖД"» от 17.05. 2019 № 962, вводят на следующие виды работы:

- поездную — при следовании во главе поезда, кратной тягой, в подталкивании, в одиночном следовании, в голове сплотки локомотивов;
- маневровую — в парках и горочных путях станций, на промежуточных станциях, на подъездных или тракционных путях подразделений ОАО «РЖД» и сторонних организаций.

Работу локомотива, согласно названному положению, измеряют:

- в десятках тысяч тонно-километров (10^4 т·км) брутто при выполнении грузовой, пассажирской и хозяйственной работ;
- в сотнях локомотиво-километров (10^2 л·км) для одиночно следующих локомотивов или при возвращении толкачей;
- в часах маневровой работы, производимой в парках и на горочных путях сортировочных станций, на промежуточных станциях и подъездных путях или на тракционных путях депо;
- в часах простоя в депо или на станционных путях в ожидании работы (горячий простой), а также на промежуточных станциях при ведении поездов, предусмотренных графиком движения.

Норму устанавливают для каждого тягового плеча, обслуживаемого локомотивными бригадами по видам поездов (транзитные, местные, груженые, порожние, пассажирские и др.), а для маневровых паровозов — по станциям и паркам для укрупненных видов работ.

Норма расхода **на поездную работу** включает все расходы угля: по перемещению поезда; на восполнение потерь кине-

тической энергии поезда при остановках и разгонах состава, а также на работу паровоза при беспарном ходе и «горячем» простое.

Техническую норму определяют с помощью выражения [2]:

$$e = e_{исх} \cdot K_w \cdot K_i \cdot K_t \cdot \mu + \Delta n_m + K_{бх} \cdot n_{бх} + \Delta n_c, \quad (1)$$

где $e_{исх}$ — исходная норма расхода угля на перемещение по площадке состава 4-осных вагонов, кгут/10^4 т·км брутто;

K_w — коэффициент, учитывающий сопротивление движению состава;

K_i — коэффициент трудности нормируемого участка;

K_t — температурный коэффициент нормируемого периода;

$K_{бх}$ — коэффициент беспарного хода как отношение времени хода паровоза с закрытым регулятором к общему ходовому времени;

Δn_m — затраты угля на разгон поезда для восстановления кинетической энергии от ее потери при торможении, кгут/10^4 т·км;

$n_{бх}$ — затраты угля на беспарный ход, кгут/10^4 т·км брутто;

Δn_c — затраты угля во время стоянок, кгут/10^4 т·км брутто;

μ — коэффициент, учитывающий особенности профиля пути и мастерство локомотивных бригад.

Первое слагаемое уравнения характеризуется показателями реализации тягово-энергетических свойств паровоза: массой ведомого состава Q и скоростью поезда v. Взаимосвязь параметров в виде уравнения $e_{исх} = f(Q,v)$ называют топливно-энергетическим паспортом локомотива, пример которого показан на рис. 1 [4]. Значения, корректирующие слагаемое коэффициентов K_w и K_t в виде уравнений регрессии, приведены на рис. 2 — 4. Корректирующие коэффициенты K_i и μ, с учетом ограниченной сферы применения паровозной тяги (как правило, в городской черте), в настоящее время не востребованы.

Последующие слагаемые отражают качество эксплуатации и состояние работоспособности паровоза. Значения их показателей в виде уравнений регрессии приведены на рис. 5 — 7, их используют для уточнения нормы.

Норму для **одиночно следующего паровоза**, согласно Инструкции [2], находят с помощью выражения:

$$e_{од} = e_{исх} \cdot k'_t + \Delta P_{бх} \cdot k'_{бх} + \Delta P_m, \quad (2)$$

где $e_{исх}$ — норма расхода угля на движение по площадке, кг/100 л·км;

k'_t — температурный коэффициент;

$\Delta P_{бх}$ — часовой расход угля на поддержание работоспособности, кг/100 л·км;

$k'_{бх}$ — коэффициент беспарного хода;

ΔP_m — часовые удельные затраты на разгон и торможение, кг/100 л·км.

Исходное значение нормы $e_{исх}$ находят из равенства (3) для $0{,}8 \cdot v_к$ значения конструкционной скорости и соответствующей инди-

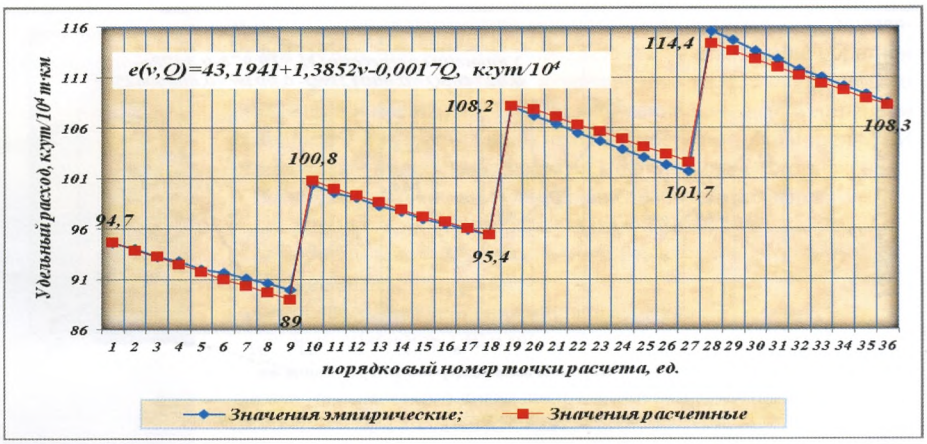


Рис. 1. Затраты угля при различной форсировке $z_к$ котла паровоза серии Л

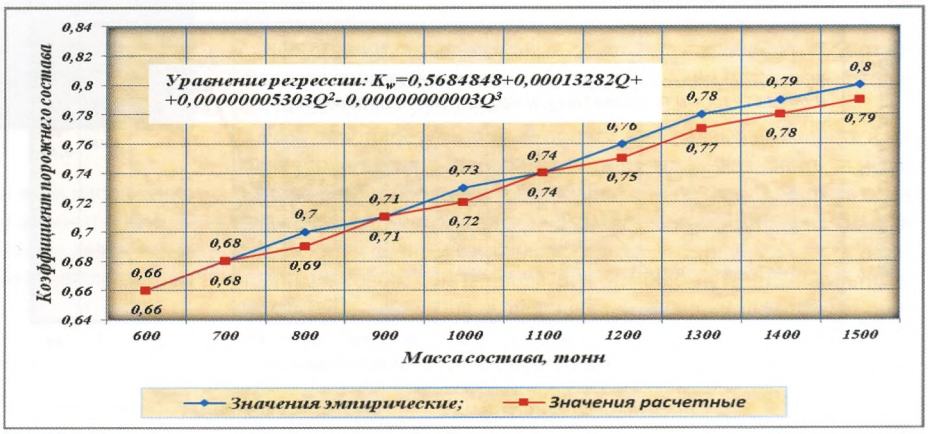


Рис. 2. Динамика коэффициента влияния порожних вагонов

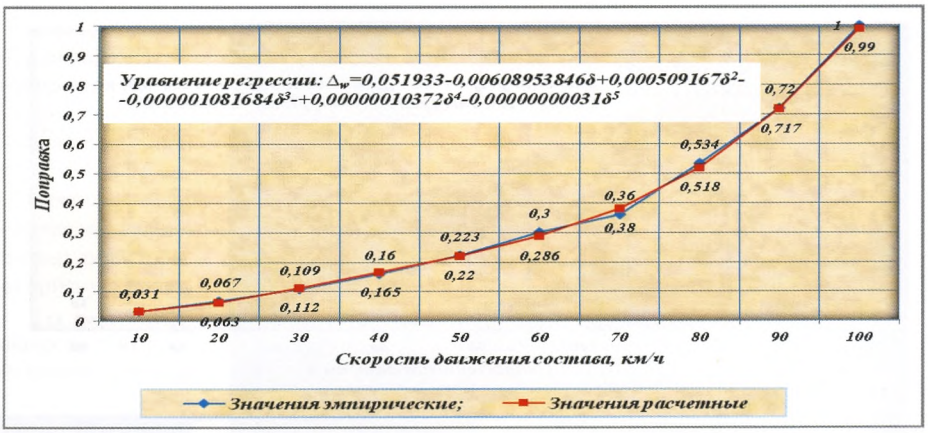


Рис. 3. Динамика поправочного коэффициента влияния состояния вагонов

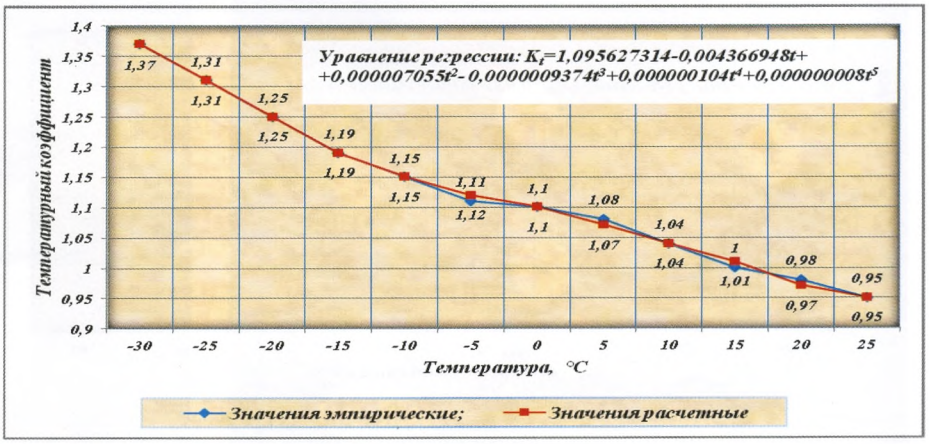


Рис. 4. Динамика температурного коэффициента



Рис. 5. Затраты угля на беспарный ход

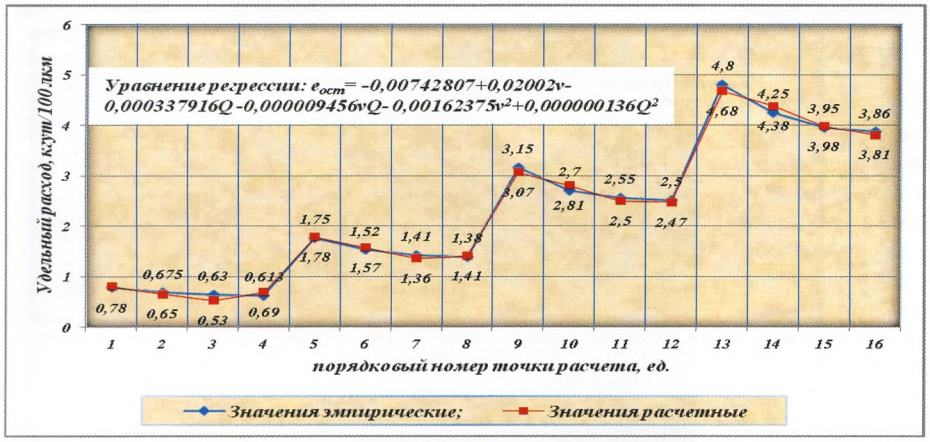


Рис. 6. Затраты угля на разгон состава паровозом серии Л

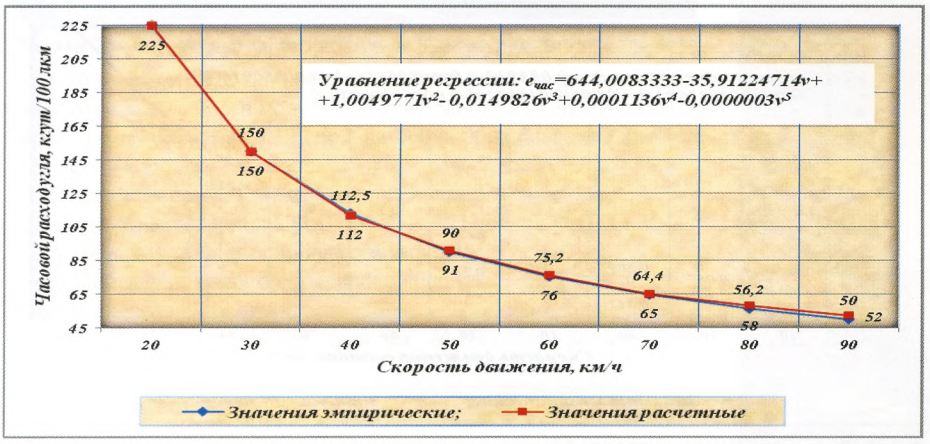


Рис. 7. Затраты угля паровозом серии Л в одиночном следовании



Рис. 8. Затраты угля на разгон паровоза серии Л после остановки

каторной мощности N_i паровоза [6]. Расчет значений $\Delta P_{бх}$ и ΔP_m, отражающих влияние условий эксплуатации на значение нормы, выполняют с помощью уравнений регрессии на рис. 7 и 8, а температуры окружающей среды k'_t — на рис. 4.

Норму паровоза на **маневровую работу** находят по выражению:

$$e_м = D_к \cdot (\lambda_п - t_{вн})/(\eta_к \cdot Q^р_н), \quad (3)$$

где $D_к$ — часовая паропроизводительность котла [6], кг/ч;

$\lambda_п$ — теплосодержание пара, °С;

$t_{вн}$ — температура воды на выходе из водоподогревателя 90 °С;

$\eta_к$ — коэффициент полезного действия котла 0,65;

$Q^р_н$ — низшая теплотворная способность рабочего топлива 7000 Ккал.

Исходное значения нормы $e_м$ берут для 0,2 —0,4 доли от значения $v_к$ конструкционной скорости и соответствующей индикаторной мощности N_i эксплуатируемой серии паровоза [6].

Норму паровоза на «**горячий простой**» в кгут/ч определяют с помощью таблиц [2] или уравнения линейной регрессии на рис. 9:

$$e_{гп} = a - b \cdot t, \quad (4)$$

где a и b — эмпирические (для конкретной серии паровоза) коэффициенты уравнения линейной регрессии;

t — значение температуры окружающей среды, °С.

Разберем пример технического нормирования расхода угля для эксплуатируемого парка паровозов, приведенных в табл. 1. Исходные данные для расчета представлены в табл. 2 со 2-й по 7-ю колонки. В 8-й колонке приведены уравнения для расчета исходных норм, а в 9-й — его результат.

В табл. 3 со 2-й по 6-ю колонку показаны значения удельной нормы по видам движения и работы паровозов: на тягу поездов (столбец 3); на разгон поезда (столбец 4); без пара (столбец 5) и «горячий» простой (столбец 6).

Характеристика коэффициента K_w (Q) и поправки $\Delta_w(\delta)$ как уравнения регрессий на рис. 2 и 3 уточняют исходное значение нормы $e_{исх}$ на величину $(1 + K_w \cdot \Delta_w)$ с учетом доли δ порожних вагонов в составе. Температурный коэффициент в виде уравнения регрессии $K_t(t)$ на рис. 4 уточняет значение исходной нормы в зависимости от температуры t окружающей среды.

Дополнительный удельный расход от разгона поезда определяют с помощью уравнения регрессии $\Delta n_m = f(v, Q)$, приведенной на рис. 6.

Удельный расход при беспарном ходе паровоза находят с помощью уравнения регрессии, приведенного на рис. 5. Сумма слагаемых удельного расхода расчетных данных, приведенных в графах 3 — 6, показана в графе 7 табл. 3 и представляет значение технической нормы для конкретной серии паровоза и вида движения.

Абсолютное значение нормы как произведение значений удельной нормы и планового объема перевозочной работы показано в графе 8 табл. 3.

Групповая норма как отношение сумм планового расхода угля и перевозочной работы с разбивкой по видам движения показана в графе 9 табл. 3.

Значения технической, абсолютной и групповой норм расхода угля для одиночного следования, маневровой работы и «горячего» простоя рассчитывают по аналогии с вышеназванными видами работ в табл. 3.

Техническую норму в целом по депо определяют как частное от деления суммы расходов угля в каждом виде работы на планируемую перевозочную работу в т·км брутто в итоговой графе табл. 3.

Для перевода количества угля, выраженного в килограммах условного топлива, в натуральное выражение, применяют калорийные эквиваленты, которые зависят от марки топлива и приведены в справочной литературе [4].

В случае применения, например, хакасского угля со значением 0,727 калорийного эквивалента, абсолютный расход угля в натуральном исчислении на плановый объем работы паровозами составит: 5539,5 кгут / 0,727кгут/кг ≈ 7619,7 кг стоимостью 2,388 руб./кг · 7619,7 кг = 18195,84 руб.



Рис. 9. Затраты угля паровоза серии Л на горячий простой

Представленный в табл. 3 поэлементный расчет технической нормы служит основой для оценки качества нормирования и анализа организации эксплуатации локомотивного парка. Подтверждением сказанному служит пример распределения угля по элементам его затрат, приведенных в табл. 3 и в виде диаграммы на рис. 10. Анализ показывает, что лишь 58 % от общего количества угля запланированы на перевозочную работу. Остальные 42 % его объема — это непроизводительный расход угля, связанный с «горячим» простоем, маневрами и возвратом в депо без совершения работы паровозов. Анализ ясно указывает пути снижения непроизводительных затрат ТЭР.

Техническое нормирование на основе изложенного подхода позволяет впредь не

Таблица 2

Пример расчета исходной нормы расхода ТЭР на паровозную тягу

№	Участок	Серия	L, км	Q, т	$L \cdot Q/10^4$, т·км брутто	v, км/ч	Уравнение паспорта	$e_{исх}$, кгут/изм.
Грузовое движение								
1	А-Б	Л	60	900	5,4	30	$e_{гр} = 43,194 + 1,385v - 0,002Q$	83,2
2	Б-А			700	4,2	25		76,6
Пассажирское движение								
3	А-В	П36	100	140	1,4	85	$e_{пс} = 58,508 + 2,883v - 0,0845Q$	291,7
4	В-А			100	1,0			295,1
Хозяйственное движение								
5	А-Д	$С^{у}$	30	60	2,7	30	$e_{хд} = 62,211 + 2,8523v - 0,078Q$	147,3
6	А-Е		40	45	2,8	25		133,2
	Одиночное следование							
№	Участок	Серия	L, км	$D_к$, кг/ч	$t_{вн}$,°С	v, км/ч	Уравнение	$e_{од}$, кгут/изм.
7	А-В	Л	100	1839	90	72	$e_{од} = D_к \cdot (\lambda_п - t_{вн})/(\eta_к \cdot Q^р_н)$	379,0
8	В-А	П36		1510		100		377,0
9	Б-А	$С^{у}$	60	1354		92		363,0
Маневровое движение								
№	Участок	Серия	$\lambda_п$, Ккал	$D_к$, кг/ч	$t_{вн}$, °С	v, км/ч	Уравнение	$e_{ман}$, кгут/ч
10	Станция	$Э^{м}$	756	365	90	26	$e_м = D_к \cdot (\lambda_п - t_{вн})/(\eta_к \cdot Q^р_н)$	54,1
«Горячий» простой								
№	Участок	Серия	$T_г$, ч	t, °С	$t_{вн}$, °С	v, км/ч	Уравнение	$e_г$, кгут/ч
11	Станция	Л	4	–5	90	0	$e_г = 36,8 - 0,42t$	39
12	Депо	П36					$e_г = 50,0 - 0,50t$	53

Таблица 3

Пример расчета технической нормы расхода ТЭР

№ п/п	Серия	Удельный расход по режимам работы:				Вид нормы:		
		Тяга	Разгон/ торможение	Без пара	Стоянка	Техническая	Абсолютная	Групповая
		$e_{исх} \cdot K_w \cdot K_i \cdot K_t \cdot \mu$, кгут/$10^4$т·км	Δn_m, кгут/10^4 т·км	$K_{бх} \cdot n_{бх}$, кгут/10^4т·км	Δn_c, кгут/10^4т·км	e, кгут/10^4т·км	E = e·A, кгут	ΣE/ΣA, кгут/10^4т·км
Грузовое движение								
1	Л	123,4	14,7	2,1	2,7	142,9	771,7	130,1
2		99,4	8,5	2,2	3,6	113,7	477,5	
Пассажирское движение								
3	П36	344,0	30,0	2,7	1,1	377,8	529	380,4
4		348,0	30,5	4,2	0,8	383,5	383,5	
Хозяйственное движение								
5	$С^у$	119,4	8,5	0,9	1,0	129,8	350,5	120,7
6		97,6	11,5	1,4	1,4	111,9	313,3	
Одиночное следование								
№	Серия	$e_{исх} \cdot k_t$, кгут/10^2 л·км	$\Delta P_m \cdot n$, кгут/10^2 л·км	$k`_{бх} \cdot \Delta P_{бх}$, кгут/$10^2$ л·км	$e_{од}$, кгут/10^2 л·км	$e_{од} \cdot L$, кгут	ΣE/ΣL, кгут/10^2 л·км	
7	Л	416,9	11,0	13,0	440,9	440,9	1131,6	
8	П36	414,7	21,3	2,6	438,6	438,6		
9	$С^у$	399,3	18,0	2,8	420,1	252,1		
Маневровое движение								
№	Серия	$e_{исх}$, кгут/ч	Время $T_м$, ч	$e_м \cdot T_м$, кгут	$\Sigma E_м$, кгут	$e_м$, кгут/ч		
10	$Э^м$	54,1	8	54,1·8	432,8	54,1		
«Горячий» простой								
№	Серия	$e_{исх}$, кгут/ч	Время $T_г$, ч	$e_{г.п} \cdot T_г$, кгут/ч	$E_{гп}$, кгут	$\Sigma E_{гп}/\Sigma T_г$ кгут/ч		
11	Л	39,0	4	39,0·4	156,0	47,4		
12	П36	53,0	6	53,0·6	318,0			
Деповская техническая норма								
Итого:		ΣE, кгут		ΣA, 10^4 т·км		ΣE/ΣA, кгут/10^4 т·км		
		4863,8		17,5		277,9		



Рис. 10. Распределение количества угля по видам затрат паровозов депо

только возлагать ответственность на машиниста-инструктора по теплотехнике за «разработку дифференцированных норм», но и обоснованно взыскивать за неточность расчета и достоверность нормы на тягу поездов.

Библиография

1. Об утверждении Правил тяговых расчетов для поездной работы : распоряжение ОАО «РЖД» от 12.05.2016 № 867. Доступ через СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения 17.04.2020г.).

2. Инструкция по техническому нормированию расхода топлива на паровозах МПС СССР : утв. 25/V 1962 № ЦТ/2187.

3. Правила тяговых расчетов для путевой работы : утв. 24/IV 1961. М.: Трансжелдориздат, 1963. 208 с.

4. Игин В.Н. Эффективность нормирования топлива в паровозной тяге // Локомотив. 2019. № 10. С. 32-34.

5. Об утверждении Указаний по заполнению формы федерального статистического наблюдения № 4-ТЭР "Сведения об использовании топливно-энергетических ресурсов : приказ Росстата от 16.11.2017 № 761. Доступ через СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения 17.04.2020г.).

6. Карташов Н.И. Проектирование паровозов : Расчет главных размеров и составление эскизного проекта. Томск: Красное знамя, 1936. 232 с.

ПЕРВЫЕ В МИРЕ АВТОМАШИНИСТ, ЭЛЕКТРОННЫЙ СКОРОСТЕМЕР, ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ

Из истории отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Автоматика локомотивов» ЛИИЖТа (ПГУПСа)

(Окончание. Начало см. «Локомотив» № 5, 2019 г.)

Статья посвящается светлой памяти наших учителей — докторов технических наук, профессоров Екатерины Яковлевны Гаккель и Виктора Васильевича Стрекопытова

А.В. ИСАЕВ, Ю.С. КАЛИНИН,
г. Санкт-Петербург

Индукционные датчики устанавливались в крышках букс шести колесных пар одной из секций тепловоза. На торцах колесных пар были установлены шестерни с 64-зубыми венцами из специальной стали с малым магнитным сопротивлением. Зазор между датчиком и зубчатым венцом составлял около 1 мм. Зубчатые венцы были изготовлены на Пролетарском заводе в Ленинграде, а крышки букс обработаны в локомотивном депо Ленинград-Варшавский (ТЧ-14).

Программа для повышения надежности работы блока была записана на полях шаговых искателей вместо использования ферротранзисторных модулей. Была также изменена конструкция оперативного блока переключения позиций: к ранее имевшимся нулевой и 16-й позициям были добавлены промежуточные (8-я, 10-я, 13-я и 15-я). Также были разработаны методы записи программы на диодных матрицах (автор метода — Д.И. Громов) и изготовлены 15 сменных программных плат для трех участков программного управления: Волховстрой — Чудово III — Волховстрой, Волховстрой — Лодейное Поле — Волховстрой и Волховстрой — Пикалево — Волховстрой.

Для контроля работы системы и введения изменений в содержание программы был разработан и изготовлен вспомогательный пульт. При работе САУТ пульт позволял контролировать программные и текущие значения позиций контроллера машиниста, а также скорость, время и величину ступеней торможения[15]. Вспомогательный пульт позволял вносить изменения в программу после перехода на ручной режим управления тепловозом в условиях движения, не предусмотренных программой, а при отключенном оперативном блоке САУТ исполнял роль «советчика», помогая машинисту вести поезд по заранее рассчитанной программе с режимом управления, близким к оптимальному по расходу дизельного топлива.

Авторами второго варианта САУТ являлись Б.Д. Зимарьков, Ю.С. Калинин, Л.К. Пойлов, Д.И. Громов, В.Н. Фомченков, К.М. Дмитриев. Дооборудование тепловоза ТЭ3-4024 также было выполнено в ТЧ-21 сотрудниками ЛИИЖТа при участии работников депо во время проведения технического обслуживания. Пусконаладочные испытания проводились с 15 апреля по 15 мая 1969 г. Перед испытаниями большую помощь по ручной разметке эталонного участка измерения пути (двенадцатикилометровый перегон Гостинополье — Теребочево) оказал П.К. Балычев[16].

Во время одной из опытных поездок на участке Волховстрой — Чудово — Волховстрой в испытаниях, продлившихся более чем 12 ч, участвовала Е.Я. Гаккель. Интересно отметить, что впервые в кабине тепловоза Екатерина Яковлевна оказалась 5 августа 1924 г., когда первый в мире магистральный тепловоз системы инженера-электрика Я.М. Гаккеля (ее отца) вышел из цеха Балтийского судостроительного завода. В феврале 1926 г. она была свидетелем и участником сравнительных поездных испытаний под Москвой первых отечественных тепловозов Г^{Э}1 Я.М. Гаккеля и Ю^{Э}001 Ю.В. Ломоносова.

Эксплуатационные испытания САУТ проводились с грузовыми поездами массой 1200 — 5000 т на том же участке в период с 15 мая по 12 декабря 1969 г. Всего было проведено 90 опытных поездок с пробегом около 10 тыс. км. Общий пробег оборудованного системой тепловоза составил около 39 тыс. км.

В испытаниях второго опытного образца САУТ принимала участие комиссия ЦТ МПС в составе Г.С. Щербачевича[17], А.А. Копейкина[18] и Л.А. Живолковского.

Испытания подтвердили не только высокую точность измерения пути и скорости и удовлетворительную надежность блоков САУТ, но и простоту управления, а также снижение психологической нагрузки на локомотивную бригаду при управлении тепловозом. Интересно отметить, что система обеспечивала расход дизельного топлива на уровне расхода у лучших машинистов депо, поэтому она вполне могла быть использована для обучения молодых машинистов базовой технике управления поездом.

Комиссия отметила необходимость дальнейшего совершенствования конструкции блока измерения пути и скорости для расширения функций его использования в схеме предупреждения боксования и юза колесных пар тепловоза. Было предложено рассмотреть возможность повышения надежности работы блоков САУТ с использованием последних разработок в области новой элементной базы электронных устройств.

В дальнейшей работе ОНИЛ была подробно исследована частота вращения колесных пар электровозов и тепловозов в различных эксплуатационных условиях. Особенно тщательно была проанализирована работа по измерению скорости скоростемером 3СЛ2М с использованием киносъемки вращения колесных пар и осциллографирования (что тогда тоже являлось новшеством).

Несколько слов следует сказать и о тогдашней элементной базе автомашиниста — элементах серии «Логика-Т». Эти бесконтактные транзисторные элементы предназначались для промышленной автоматики, телемеханики, систем централизованного контроля и сигнализации, измерений и защиты стационарных и передвижных электротехнических установок. Устройство измерения пути и скорости с использованием «Логики Т» по заданию ЛИИЖТа спроектировал ведущий специалист Ленинградского института ядерной физики (ЛИЯФ) В.Г. Муратов. Многие скептики того времени рассуждали примерно так: «Ну, какая электроника может быть на тепловозе? Там при размыкании поездных контакторов такие электромагнитные поля! Там такие вибрации в кабине! Там в дизельном помещении летом температура доходит до +50 °С!» Однако, хотя эти элементы и стали героями анекдота про «самые большие в мире советские микросхемы», но на борту тепловоза ТЭ3 они работали весьма успешно.

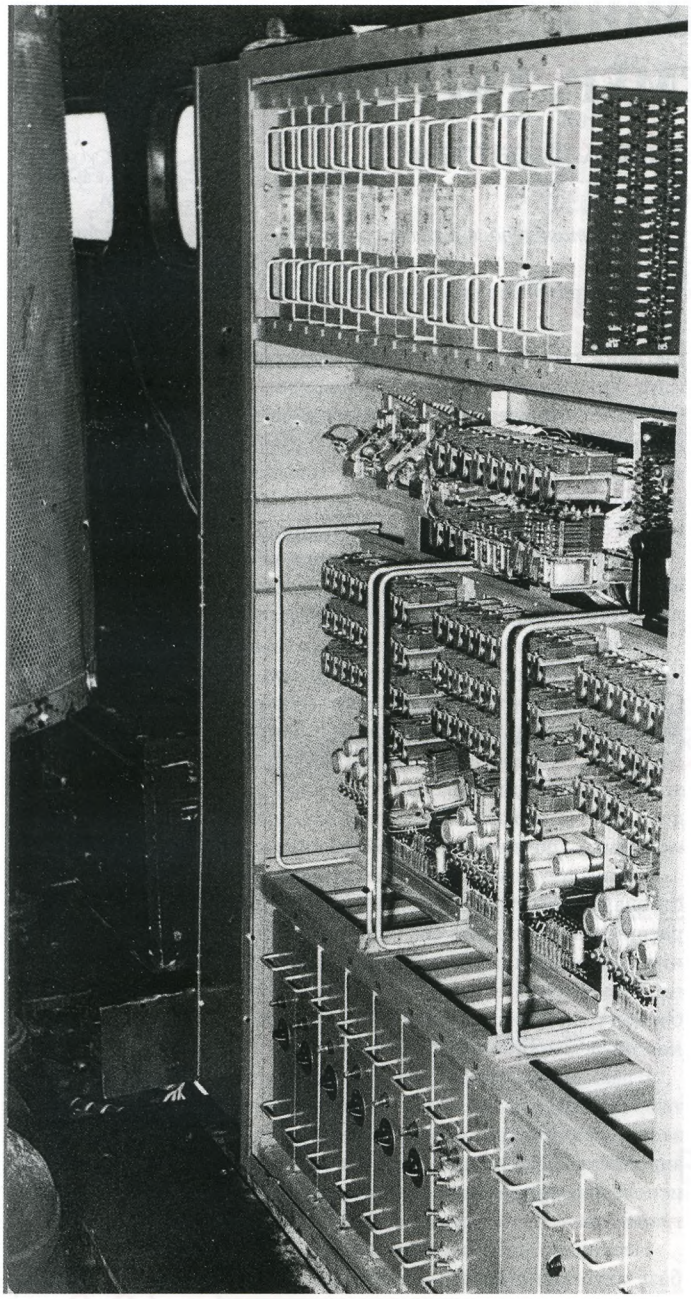
Новый индукционный датчик измерения угловых скоростей колесных пар локомотива и все его последующие модификации,

[15] Блок автоматического торможения на основе модернизированного крана машиниста № 222 был создан В.Н. Фомченковым. Ступень торможения зависела от ординаты головы поезда и требуемого изменения скорости. К сожалению, этот блок в серию не пошел из-за опасений заказчика.

[16] Петр Константинович Балычев — ассистент, позже — кандидат технических наук, доцент кафедры

[17] Старший технический эксперт Главного управления локомотивного хозяйства (ЦТ) МПС.

[18] Старший инженер службы локомотивного хозяйства (Т) Октябрьской дороги.



Общий вид шкафа управления в дизельном помещении тепловоза ТЭ3

а также чертежи и инструкции для монтажа были разработаны Ю.С. Калининым и изготовлены на ленинградских заводах: машиностроительном заводе «Звезда» (главный конструктор — В.Т. Егоркин) и электротехническом заводе МПС. Новое устройство измерения пути и скорости на элементах «Логика-Т» выпускалось в 1971 — 1972 гг. в электротехнических мастерских службы сигнализации и связи Октябрьской дороги в поселке Рыбацкое.

В разработке принципиальных и электрических схем, а также рабочих чертежей блоков и схем монтажа системы на тепловозе участвовали Б.Д. Зимарьков, Ю.С. Калинин, Л.К. Пойлов, Д.И. Громов, В.Н. Фомченков, Е.Л. Стащук[19] и К.М. Дмитриев. После сборки они провели проверку, настройку и испытания устройства в тепловозной и тормозной лабораториях кафедры.

Также в ОНИЛ были спроектированы и изготовлены блоки третьего варианта САУТ, в котором программа управления тепловозом также была рассчитана для работы на всех трех участках в четном и нечетном направлениях. Практически существовало шесть сменных программ управления тепловозом (по одной для каждого направления). При этом использовались тепловозы ТЭ3, вес грузовых поездов составлял от 1200 т (порожний поезд) до 5000 т (груженый). Допустимое отклонение в выполнении перегонного времени хода поезда составляло ±1 мин, в точности контроля уровня скорости поезда — ±5 км/ч.

Испытания третьего варианта САУТ проводились на Волховстроевском отделении в 1972 — 1973 гг. (всего были совершены 172 опытные поездки) на тепловозах ТЭ3 № 1119 и 7232. Было проследовано более 1,5 тыс. км при автоматическом управлении тепловозом. Общий пробег во время испытаний составил более 180 тыс. км.

В выводах комиссии, состоявшей из представителей ЦТ МПС, ВНИТИ, МИИТа и Управления Октябрьской дороги, было отмечено, что система надежна, проста в управлении и обслуживании. Она обеспечивает выполнение расписания с заданной точностью, повышает безопасность движения, снижает психологическую нагрузку на машиниста, обеспечивает расход дизельного топлива на уровне лучших машинистов (экономия составляла от действующей нормы до 7 %). Была также отмечена высокая точность измерения пути и скорости и стабильное цифровое показание скорости. Система была рекомендована для обучения молодых машинистов приемам оптимального управления локомотивом.

Комиссия рекомендовала ЛИИЖТу на основе устройства измерения скорости и пути разработать электронный цифровой регистрирующий локомотивный скоростемер.

У читателя может сложиться впечатление, что высокий статус отраслевой лаборатории в сочетании с финансированием из средств МПС позволял беспрепятственно доставать все требуемые элементы для систем автоведения. Но это было далеко не так! Ю.С. Калинину приходилось проявлять находчивость, чтобы найти и получить все необходимые комплектующие. Выручало то, что на многих оборонных предприятиях страны (а именно там заказывались части САУТ) руководителями были ленинградцы, которые с пониманием относились к заявкам своего земляка.

Именно таким способом были получены 300 элементов «Логика-Т» на электротехническом заводе в Калинине (семь тюков по 30 кг каждый), 25-миллиметровая бумажная лента для фотосчитывающего устройства на предприятии под Малоярославцем (12 км ленты в бобинах общей массой 32 кг). Само фотосчитывающее устройство было получено в Пензе. Причем пензенский экземпляр был единственным, имевшимся в наличии, и то только потому, что он прибыл с ВДНХ.

По указанию главного инженера ЦТ МПС Б.Д. Никифорова к разработке электронного скоростемера были привлечены ведущие специалисты Министерства приборостроения, работавшие в Ленинградском Государственном союзном конструкторском бюро средств контроля и автоматизации (ГСКБ СКА), Г.В. Костылева (начальник сектора), И.В. Красовский, В.Г. Кучумов (ведущие инженеры). Именно эти специалисты по заказу МПС в 1970 г. разработали первую в СССР систему контроля и диагностики «Дельта» для дизель-поезда ДР1. При этом впервые на наших железных дорогах скорость указывалась цифровым индикатором.

В 1973 — 1974 гг. В.Г. Муратовым было разработано устройство для измерения пройденного поездом пути с цифровым индикатором измерения скорости. Элементной базой были платы печатного монтажа на микросхемах 120-й серии. Данное устройство было впервые испытано на электровозе ВЛ23-486 приписки депо Ленинград-Сортировочный-Московский (ТЧ-7). Оборудование электровоза выполнялось в депо Ленинград-Пассажирский-Московский (ТЧ-8). В поездных испытаниях участвовал старший мастер ТЧ-8 В.В. Пипко, предложивший и реализовавший в металле электрическую схему выравнивания нагрузки тяговых электродвигателей (ТЭД).

[19] Стащук Евгений Леонидович (1934 — 2008) — кандидат технических наук (1990), доцент кафедры, заместитель декана механического факультета ЛИИЖТа.



Испытатели измерителя пути, скорости и времени с цифровым указателем скорости, установленном на электровозе ВЛ23-486 (слева направо) Б.Д. Зимарьков, Д.И. Громов, Ю.С. Калинин, В.В. Пипко

Суть схемы заключалась в следующем. В цепи якорей ТЭД включались дополнительные реостаты. При езде с поездом и измерении отдельным амперметром тока каждого ТЭД перемещением ползунка реостата достигалась равная величина тока по всем двигателям. При поездных испытаниях на так называемом «веребьинском подъеме» участка Ленинград — Бологое (где максимальный уклон составлял 7 ‰) с грузовым поездом массой 3400 т применение этой схемы позволило увеличить среднюю скорость грузового поезда на 20 % (17 км/ч)!

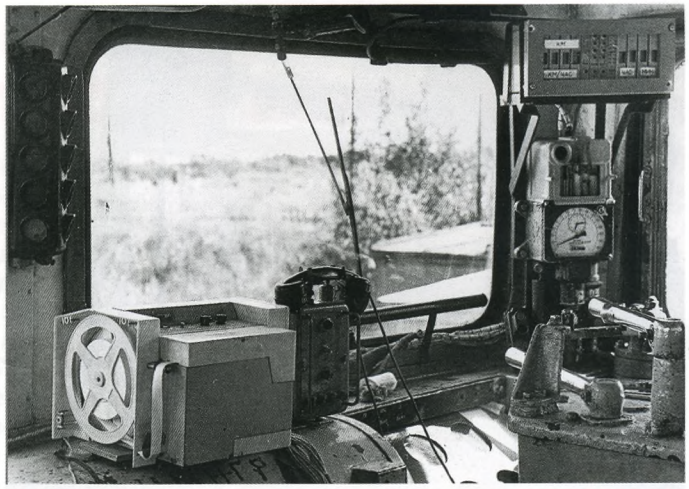
Б.Д. Никифоров активно поддерживал работы по проектированию и созданию опытного образца цифрового регистрирующего электронного скоростемера и всячески содействовал их финансированию министерством (объем финансирования этих работ доходил до 5 тыс. руб. в год). По его же инициативе в 1979 г. для этих целей на Ленинградском метрополитене был организован специальный отдел при службе сигнализации и связи, который расположился в электродепо Автово. Научным руководителем отдела стала Г.В. Костылева. Под ее руководством скоростемер разрабатывали И.В. Красовский и В.Г. Кучумов. Научное руководство всеми работами осуществляли до 1975 г. — Е.Я. Гаккель, а после 1975 г. — В.В. Стрекопытов.

Принципиально новая схема скоростемера была выполнена также на микросхемах (120-й серии, позже — 587-й серии). Впервые было разработано устройство настройки на диаметры колесных пар в диапазоне 700 — 1370 мм. Также был внедрен новый реверсивный датчик измерения частоты вращения колесных пар локомотива и изменено место его установки (на зубчатых редукторах колесных пар). Электрическая схема скоростемера при помощи специального пульта позволяла настраивать его работу на диаметр колесных пар локомотива с точностью до 1 мм (!) и учитывать процентное соотношение движения локомотива в режимах тяги и выбега.

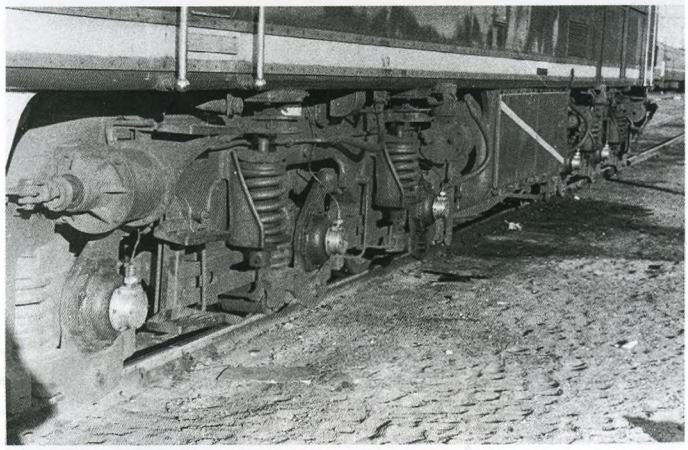
Это обстоятельство обеспечивало измерение пути с ошибкой менее 0,05 % и позволяло измерять скорость движения локомотива с ошибкой менее 0,1 %.

Реверсивный индукционный датчик и варианты его установки на электровозе ЧС2Т, трамвайных вагонах ЛМ68М и ЛВС-80, электропоезде ЭР2 и вагоне метрополитена типа Е были разработаны Ю.С. Калининым. В лаборатории была разработана методика измерения с помощью реверсивного датчика действительного среднего диаметра колесных пар локомотива при его движении на выбеге.

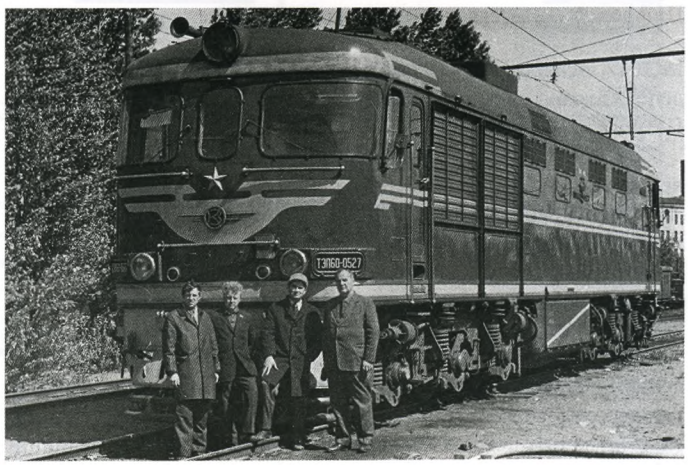
Совершенствование конструкции скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ было выполнено по результатам поездных испытаний с грузовыми и пассажирскими поездами с тепловозами ТЭП60 (№ 608, 707, 527), грузовыми электровозами ВЛ23 (№ 244, 486),



Блок регистрации координат в кабине электровоза ВЛ23-244 (1975 г.)



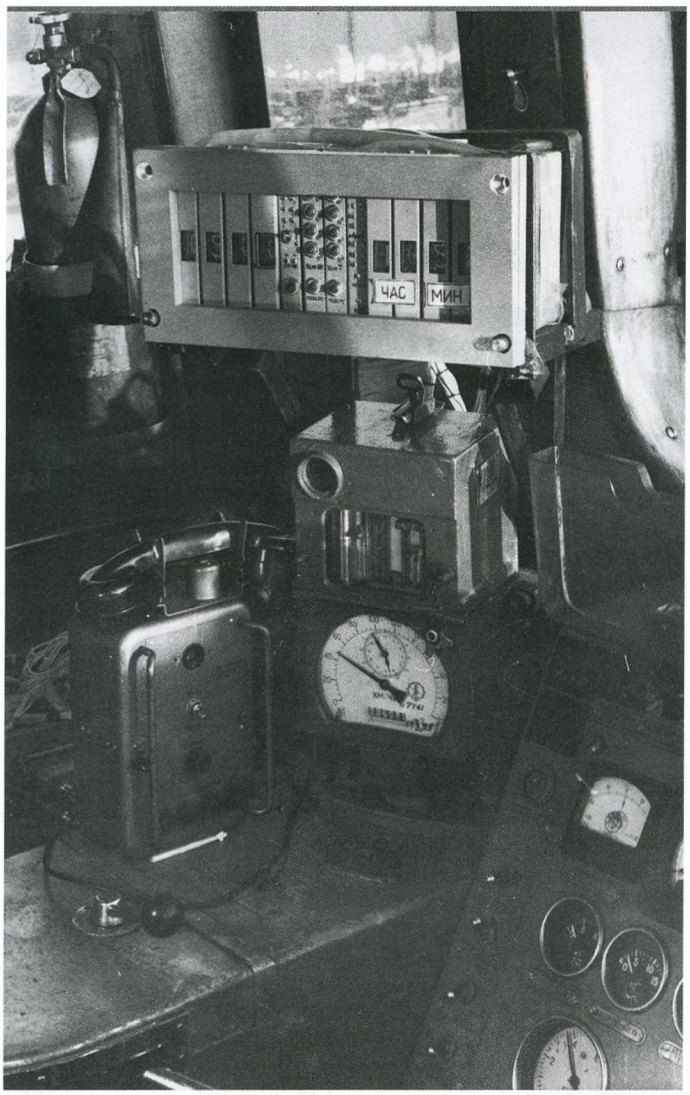
Индукционные датчики, установленные на буксовых узлах тепловоза ТЭП60-527



Участники испытаний электронного скоростемера на тепловозе ТЭП60-527 (слева направо) Е.Л. Стащук, Д.И. Громов, Ю.С. Калинин, Б.Д. Зимарьков (1976 г.)

пассажирским электровозом ЧС2Т (№ 1052). Пробег последнего за 11 месяцев испытаний составил около 86 тыс. км. Также скоростемер испытывался на электропоезде ЭР2-867, вагоне метрополитена серии Е № 1037, трамвайных вагонах ЛМ68М, ЛВС-80. Все испытания проводились в период 1975 — 1981 гг.

Цифровой электронный скоростемер трамвая и устройство обнаружения боксования и юза колесных пар сочлененного трамвайного вагона ЛВС-80 было испытано на действующих трамвайных линиях Ленинграда. На вагоне метополитена



Цифровой указатель, установленный в кабине тепловоза ТЭП60

№ 1037, оснащенного электронным скоростемером в электродепо Автово, поездные испытания проходили на Московско-Петроградской линии.

Отказов в работе в электрических цепях или каких-либо повреждений в блоках устройства и индукционных датчиках на ТЭД электровозов, электропоезде, трамвайных вагонах и на вагоне метрополитена во время испытаний отмечено не было.

Электронный цифровой локомотивный скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ позволял регистрировать скорость движения, пройденный путь, время движения и стоянок, показания сигнальных огней локомотивного светофора, положение ЭПК АЛСН, направление движения локомотива, срабатывание аппаратов защиты, положение рукоятки управления контроллера машиниста, расход энергии на тягу поезда. Также он мог сигнализировать о величине проскальзывания и юза колесной пары с указанием ее номера.

Информация, «выдаваемая» скоростемером, оказалась весьма удобной для использования в системах автоматического управления движением поездов еще и из-за хорошей точности: верхний предел измерения, показания и регистрации скорости — 399 км/ч, дискретность показаний скорости — 0,1 км/ч, пути — 0,1 км, времени — 1 мин.

Основная допустимая погрешность измерения и регистрация пути, скорости и времени составила менее 0,5 %. В контрольных испытаниях с представителями ПКБ ЦТ МПС В.С. Себежко и Г.П. Борисовым на участке Рыбацкое — Волховстрой (121 км) с грузовым поездом, ведомым электровозом ВЛ23-244, в 1976 г. ошибка измерения пути составила примерно 30 м на 100 км, т.е. всего около 0,03 %! Напомним читателям, что никаких напольных устройств скоростемер не использовал, а до появления спутниковой навигации оставалось еще лет тридцать.

Кроме того, индикаторы скоростемера сигнализировали об одном из уровней ускорения или замедления движения поезда[20], о боксовании одной или нескольких колесных пар с указанием их номера в тележке локомотива, о любых неисправностях в электрических цепях датчиков скоростемера или о неисправности в работе скоростемера. По желанию машиниста вместо цифрового показания скорости можно было включить цифровое показание пройденного расстояния (например, для определения местонахождения локомотива в условиях плохой видимости). Органы управления цифрового указателя позволяли в любой момент времени установить необходимое суточное время или требуемую путейскую ординату пройденного расстояния.

В 1977 и в 1982 гг. скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ экспонировался на ВДНХ в Москве. Технические характеристики его были на уровне лучших зарубежных аналогов и отмечены присуждением разработчикам серебряной и бронзовой медалей вместе с дипломами участников ВДНХ. Однако «награды не нашли своих героев»: работники ЛИИЖТа, причастные к этому, пропустили срок оформления документов, что вызвало опоздание их поступления в наградной комитет ВДНХ.

По точности измерения пройденного расстояния и скорости скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ превосходил аналогичный локомотивный скоростемер швейцарской фирмы Hasler, которая в то время была основным поставщиком (и остается таковым уже на протяжении последних 150 лет) локомотивных скоростемеров для подавляющего большинства железных дорог мира.

Схемы скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ были защищены авторскими свидетельствами.

Принципиальные электрические схемы скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ по рекомендации ЦТ МПС были переданы Пензенскому заводу Научно-производственного объединения (НПО) «Электромеханика», который использовал их при разработке и создании по заказу ЦТ МПС устройства контроля параметров движения для локомотивов (УКПД). Таким образом, все современные российские локомотивы оборудуются устройствами контроля параметров движения локомотива, основанными на принципиальных схемах скоростемера ЗСЛ-ЛИИЖТ.

О разработке и испытаниях системы программного управления тепловозом в 1974 г. был выпущен документальный фильм «Локомотивом управляет автомат» (режиссер и оператор — Б.Д. Зимарьков, его помощник — Ю.С. Калинин). В создании фильма принимали участие сотрудники кафедры и работники депо Волховстрой.

В 1982 г. был выпущен еще один документальный фильм «Электронный цифровой регистрирующий локомотивный скоростемер ЗСЛ-ЛИИЖТ». Фильм рассказывал о создании и испытаниях скоростемера и устройства обнаружения боксования и юза на трамвайных вагонах ЛМ68М, ЛВС-80, тепловозах ТЭП60, электровозах ВЛ23 и ЧС2Т, вагоне электропоезда ЭР2 и вагоне метрополитена серии Е.

Надо сказать, что Борис Дмитриевич Зимарьков серьезно занимался киносъемкой и даже стал лауреатом международного конкурса любительских кинофильмов, проводимых в Финляндии. Более того, он еще и «засветился» как актер в фильме «Небесный тихоход»! Помните (на третьей минуте фильма) песню «Первым делом, первым делом — самолеты…»? Так вот, одним из спрашивающих про девушек был именно Зимарьков — в конце первого куплета он стоит с группой людей у забора.

Съемки этого эпизода фильма проходили в Ленинградском Центральном парке культуры и отдыха. В войну там размещался госпиталь, где тогда лечился Борис Дмитриевич. Работая помощником машиниста паровоза на «Дороге Победы», по-

[20] 0,028, 0,066, 0,148, 0,250, 0,560 и 0,840 м/с^2.

строенной после прорыва блокады Ленинграда, у Волховстроя осколком бомбы он был тяжело ранен в ногу (в результате чего ее пришлось ампутировать ниже колена).

Но вернемся в лабораторию. В 1985 — 1986 гг. по заданию МПС были исследованы варианты применения различных систем бортовых микро-ЭВМ для целей управления, диагностики и сигнализации на тяговом подвижном составе.

В 1987 — 1990 гг. была исследована эксплуатационная надежность первых двух устройств контроля параметров движения локомотива, изготовленных Пензенским НПО «Электромеханика». Наладка и настройка устройств была выполнена на стенде лаборатории, а затем устройством был оборудован динамометрический вагон (ДМВ) Октябрьской дороги. Испытания УКПД проводились на тепловозе ТЭМ7 на участках Мурманск — Никель одновременно с поездными испытаниями этой машины, а также на тепловозах 2ТЭ116 с грузовыми поездами на участках Шушары — Псков и Шушары — Нарва.

С 1990 г. в лаборатории были начаты работы по созданию программы тяговых расчетов на персональных электронно-вычислительных машинах (ПЭВМ). Первый вариант программы разработал студент И.Ю. Кудряшов, который в своем дипломном проекте в 1992 г. доказал целесообразность применения ПЭВМ для повышения точности тяговых расчетов. В дальнейшем совершенствование программы тяговых расчетов на ПЭВМ позволило применить программные средства для оперативного планирования парка локомотивов и расчета их потребности для заданного объема перевозок.

В те же годы Ю.С. Калининым совместно с аспирантом Ю.К. Соловьевым, студентами Я. Эйдуксом[21] и Н.А. Замышляевым[22] был выполнен анализ оперативной документации по использованию локомотивов приписки депо Санкт-Петербург-Сортировочный-Витебский (ТЧ-9) на Ленинград-Витебском отделении (НОД-2) Октябрьской дороги. Расчеты проводились для тепловозов 2ТЭ116 на участках Шушары — Луга — Псков, Шушары — Оредеж, Ивангород — Веймарн — Рудничная и позволили наметить меры по снижению потерь времени при обороте локомотивов, а, следовательно, по уменьшению их потребности в поездной работе.

Результаты работы были доложены и обсуждены на техническом совете в отделении с участием диспетчеров (ДНЦ) и работников локомотивного отдела НОД-2. При этом в очередной раз была отмечена важная роль диспетчеров в управлении движением поезда (особенно на границах диспетчерских кругов) и важность четкого взаимодействия ДНЦ соседних «кругов» как друг с другом, так и с машинистом (чего, кстати, не хватает до сих пор).

Также было отмечено, что большое наличие предупреждений с увеличением времени хода с Шушар до Пскова на два часа заставляет использовать два лишних тепловоза! Настоящим «бичом» для эксплуатационников было ограничение скорости в 25 км/ч по мосту через реку Луга по станции Толмачево. Этот мост расположен в так называемой «яме», т.е. на спуске приходится выполнять несколько регулировочных торможений, а затем (при проследовании моста всем поездом), набирать позиции. Дизельного топлива на этих операциях сожгли столько, что вполне можно было построить новый мост! Но кто тогда это считал?

Для сравнения расчетных данных с фактическими студенты-тепловозники, работавшие по совместительству в ТЧ-9 помощниками машинистов тепловозов, заправляли в скоростемеры задних кабин тепловозов 2ТЭ116 ленты (дефицитные в то время рулоны лент из хорошей бумаги, а также писцы им выдавались в ОНИЛ). Ленты вместе с выпиской из маршрута машиниста сдавались после поездки в лабораторию. Студенты также фиксировали режим ведения поезда по перегону и техническое состояние тепловоза (в основном — фактическую мощность, которая по непонятным причинам занижалась при реостатных испытаниях в депо).

Расчеты по программе также указали на необходимость правильного выбора скорости движения порожних поездов. Так, увеличение средней скорости движения такого поезда с 50 до 70 км/ч на участке Шушары — Оредеж приводило к возрастанию расхода дизельного топлива более чем на 70 %! А ведь всегда считалось, что с порожними поездами топлива расходовалось меньше. Но не тут-то было!

Анализ материалов показал, что значительное увеличение расхода топлива происходило, как правило, на двух-трех перегонах. Этот факт был доведен до сведения поездных диспетчеров на технических занятиях. Следует отметить, что порожние поезда дают повышенный расход топлива при скорости более 50 км/ч и на перегонах с более сложным профилем. Если расчет расхода топлива вести по тонно-километровой работе, то тепловоз с порожним поездом расходует в 3 — 5 раз больше топлива, чем тепловоз с грузовым поездом (нагрузка на ось груженого вагона 17 — 20 тс). Следовательно, увеличение доли порожних поездов и скорости их движения резко повышает общий расход топлива по участку обращения локомотивов. Ради справедливости следует отметить, что при этом возрастает техническая скорость, т.е. улучшаются эксплуатационные показатели.

Использование программы тяговых расчетов на ПЭВМ позволило разработать методику расчета увеличения времени движения поезда при снижении скорости по «предупреждениям» и в связи с этим определить увеличение расхода топлива (или электроэнергии) на тягу поездов. Расчет выявил участки с наибольшими потерями в зависимости от их длины и уровня снижения скорости, а, следовательно, давал возможность планировать очередность ремонта верхнего строения пути и уровни снижения скорости для сокращения таких потерь.

К 1993 г. Я. Эйдуксом с использованием СУБД «Clipper» была разработана программа обработки на ПЭВМ оперативной документации, а также создана вторая версия программы тяговых расчетов. В качестве персональных компьютеров в ОНИЛ использовались машины ЕС-1040, ЕС-1041, а с 1994 г. — ПК 386-й серии, являвшимся самым мощным компьютером в ОНИЛ вплоть до момента прекращения ее деятельности. При разработке второй версии программы были использованы исследования, проведенные в рамках выполнения дипломных проектов однокурсниками Я. Эйдукса: Г.В. Кантериной (методики тяговых расчетов) и А. Стащуком (способы определения дополнительного удельного сопротивления движению в кривых). Дипломники провели исследование всех методик тяговых расчетов, применявшихся в течение последних ста лет на отечественных и европейских железных дорогах, и пришли к выводу, что методики, заложенные в программу тяговых расчетов, дают хорошую точность по сравнению с «классическими».

С октября 1993 г. по март 1995 г. Ю.С. Калининым и Я. Эйдуксом при участии Н.А. Замышляева совместно с коллективом ДМВ проводились тяговые расчеты для тепловозов типа ТЭ10 на участках Петрозаводск — Суоярви и Петрозаводск — Медвежья Гора — Идель.

Этими исследованиями была установлена зависимость коэффициентов формулы основного удельного сопротивления подвижного состава от состояния верхнего строения пути (размеров колеи, жесткости балластной призмы, износа рельсов, состояния поверхности рельсов, применения лубрикации рельсов) и от типа и технического состояния подвижного состава. В отдельных случаях, подтвержденных опытными поездками, сопротивление движению поезда может увеличиваться почти вдвое (например, при движении по новому или отремонтированному пути).

[21] Янис Эйдукс (род. в 1968 г.) — лауреат Гаккелевской премии (1993), канд. техн. наук (1996). В настоящее время — заведующий кафедрой «Железнодорожный транспорт» Института транспорта Рижского технического университета, доцент; главный технический эксперт SIA «Eiropas dzelzceļa līnijas» (проект Rail Baltica).

[22] Замышляев Николай Александрович (1969 — 2005) — с 1993 по 2005 гг. ассистент кафедры.

По результатам опытных поездок в программу тяговых расчетов был введен коэффициент сопротивления КС, который учитывал взаимодействие верхнего строения пути, типа и технического состояния подвижного состава. Была предложена методика определения КС в эксплуатационных условиях для любых участков железных дорог[23]. Кроме того, для нужд программы был усовершенствован метод попикетного спрямления продольного профиля пути (автор метода — Г.С. Афонин), одновременно позволявший учитывать и дополнительное сопротивление движению поезда в кривых с учетом влияния непогашенного ускорения. Это было существенно для участков, на которых проводились испытания. Так, на 140 км участка Петрозаводск — Суоярви находилось 200 (!) кривых, для которых чисто физически невозможно было выдерживать оптимальную величину возвышения наружного рельса.

Следует отметить, что программа позволяла решать и тормозные задачи: в исходные данные по поезду закладывался тип тормозных колодок и тормозной коэффициент. Также в программе была возможность выбора настройки энергетической цепи тепловоза на большую или меньшую мощность (т.е. могли учитываться последствия реостатных испытаний в депо). Это было важно еще и потому, что условия эксплуатации тепловозов на Петрозаводском отделении были весьма тяжелыми — сложный план и профиль, большие веса поездов, да еще и суровые погодные условия.

В 1995 г. Ю.С. Калинин предложил тогдашнему начальнику депо ТЧ-7 В.А. Кулакову использовать разработки лаборатории для расчета норм расхода топлива и электроэнергии для всех тяговых плеч. В то время плеч у данного депо было немало: общая их протяженность составляла 1700 км!

Установление этих норм позволило составить тягово-энергетический паспорт участка. Такой паспорт указывает на места, особо сложные по выбору позиций управления локомотивом и режиму управления тормозами, а также места с повышенным расходом топлива при введении на них ограничений скорости, помогает определить очередность ремонта верхнего строения пути. Расчеты проводились для электровозов ВЛ10 на участках обращения Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский — Выборг — Бусловская и Обухово — Волховстрой, а также для тепловозов М62, занятых в перегонках составов пассажирских поездов с Московского вокзала на отстой в Рыбацкое. Причем для вывозных тепловозов расход топлива рассчитывался для поездов длиной от семи до двадцати вагонов с изменением времени движения в зависимости от условий движения по станции Обухово (с остановкой или без нее).

Результаты расчетов обсуждались на планерных совещаниях и технических занятиях с машинистами депо. Расход топлива в широких пределах зависел, главным образом, от условий движения и числа вагонов в поезде, и в меньшей степени — от технического состояния тепловоза. При прогреве локомотива колебания величины расхода топлива зависели в большей степени от наружной температуры воздуха, продолжительности прогрева и точного соблюдения его технологии, а в меньшей степени — от удельного веса дизельного топлива и технического состояния топливной системы.

Стоит заметить, что тягово-энергетические паспорта участков, разработанные в ОНИЛ, на тот момент не имели аналогов в России.

В 1998 г. Ю.С. Калинин по заказу компании «Линк Ойл» рассчитал с помощью программы тяговых расчетов расход дизельного топлива тепловозами 2ТЭ116 с наливными грузовыми поездами на участке Кириши — Нарва. Расчетами были определены величины расхода топлива при остановке грузовых поездов на всех станциях участка и увеличение расхода топлива при отправлении с каждой из них. В зависимости от расположения станции на профиле и массы поезда дополнительный расход на разгон составлял от 8 до 72 кг.

Также были определены станции, остановка на которых вызывала наибольшее увеличение расхода топлива (например, семиминутная остановка на одной из станций давала увеличение расхода топлива на 250 кг!). Все расчеты расхода топлива выполнялись для порожних и груженых поездов при движении без остановок и со всеми остановками на промежуточных станциях. Целью данных расчетов было определение того, во что обходится остановка поезда на каждой станции.

Программа тяговых расчетов, разработанная в ОНИЛ, применялась для решения многих прикладных задач. Это стало возможным по причине того, что в базы данных вручную был введен продольный попикетный профиль практически всей Октябрьской дороги. Поэтому часто в лабораторию обращались за консультациями работники локомотивных депо. Так, программа стала хорошим помощником при расшифровке скоростемерных лент и расчета режима ведения поезда. Также она использовалась при проведении судебно-технических экспертиз по уголовным делам, связанным с нарушением безопасности движения поездов.

В 1996 — 1999 гг. программа была использована автором статьи А.В. Исаевым для расчета режимов ведения грузовых поездов тепловозами 2М62 приписки депо Дно (ТЧ-18) на участках Дно — Березки, Дно — Шушары и Дно — Новосокольники. Полученные данные сравнивались с фактическими во время опытных поездок с тепловозами контрольной партии. За этими машинами в ТЧ-18 велись наблюдения с фиксацией отказов в межремонтный период и работ, проведенных при плановых и внеплановых ремонтах. Результаты наблюдений имели хорошую сходимость с расчетными данными, что позволило предложить так называемый «коэффициент энергетики тяги» для прогнозирования надежности тепловозов в реальных условиях эксплуатации[24].

В 1997 г. Ю.С. Калинин совместно с И.Ю. Кудряшовым, работавшим в то время в службе перевозок Октябрьской дороги, разработали на ПЭВМ схему поездо-участков дороги. Эта работа стала завершающей в деятельности ОНИЛ.

К сожалению, отсутствие авторского надзора и потеря интереса со стороны руководства Октябрьской дороги и ПГУПСа к использованию материалов, полученных в лаборатории, практически «свело на нет» итоги деятельности лаборатории к концу 1990-х годов. В начале 1998 г. лаборатория прекратила свое существование.

За тридцать лет работы в помещениях лаборатории скопилось множество уникальных приборов, аппаратов и отчетных материалов. Из-за дефицита площадей кафедра смогла принять лишь малую часть отчетов о выполненных НИР. Поэтому была выполнена полная инвентаризация с дальнейшим списанием и утилизацией устаревшего оборудования (этими работами занимался Н.А. Замышляев), а элементы автомашиниста, электронного скоростемера и отчетные материалы взяли на хранение авторы настоящей статьи.

В лаборатории «Автоматика локомотивов» подготовили и успешно защитили более 20 дипломных проектов студенты специальности «Тепловозы и тепловозное хозяйство».

Создание опытных образцов устройств автоведения поезда и регистрации параметров движения, а также успешные испытания этих систем были бы невозможны без бескорыстной помощи работников локомотивных депо Октябрьской дороги, ленинградских заводов, трамвайных парков и метрополитена. Сердечная им за это благодарность!

Авторы выражают глубокую признательность Г.С. Афонину и Я. Эйдуксу за помощь при подготовке данной статьи.

[23] Эйдукс Я. Разработка методик тяговых расчетов с учетом конкретных условий эксплуатации локомотивов : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / ПГУПС. СПб, 1996. 26с.

[24] Исаев А.В. Оценка и прогнозирование надежности локомотивов на основе тяговых расчетов. : дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / ПГУПС. СПб.,1999. 139с.

ПОСТАВКИ НОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ

ГЕРМАНИЯ

Компания «Siemens» заключила контракт с компанией-оператором «Railsystems RP» на поставку двух гибридных локомотивов «Vectron Dual Mode» для грузовых перевозок по электрифицированным и неэлектрифицированным участкам. Локомотивы будут оборудованы национальной системой безопасности PZB и предназначены для работы в Германии.



Грузовой гибридный локомотив «Vectron Dual Mode» для компании-оператора «Railsystems RP»

Этой же компанией был заключен другой контракт с компанией «RATH Group» на поставку двух многосистемных электровозов «Vectron MS» для грузовых перевозок на территориям Германии, Австрии, Словакии, Чехии, Венгрии, Польши, Нидерландов и Бельгии. Данные локомотивы будут оборудованы европейской системой управления движением поездов ETCS.



Многосистемный грузовой электровоз «Vectron MS» для компании «RATH Group»

ИСПАНИЯ

Консорциум компаний «Stadler» и «Erion» заключил контракт стоимостью 115 млн евро с компанией-оператором инфраструктуры «ADIF» на поставку 22 тепловозов с электрической передачей переменно-переменного тока. Контрактом предусмотрено проведение технического обслуживания данных локомотивов в течение 8 лет. Тепловозы предназначены для эксплуатации с поездами, обслуживающими высокоскоростные линии, с восстановительными поездами, а также с грузовыми поездами весом до 600 т. Локомотивы оснащены системами сигнализации ETCS, ASFA и связи GSM-R.



Тепловоз консорциума компаний Stadler и Erion для компании-оператора инфраструктуры ADIF

СЛОВАКИЯ

Компанией «CZ LOKO» был поставлен для промышленного оператора «Mondi SCP» маневровый тепловоз «EffiShunter 600», предназначенный для выполнения маневрово-вывозной работы в районе станции Лискова. Данный локомотив призван заменить маневровые тепловозы серии Т448, срок службы которых достиг 40 лет. Новый тепловоз отличается меньшим уровнем шума и соответствует современным требованиям по выбросам вредных веществ.



Маневровый тепловоз «EffiShunter 600» для компании «Mondi SCP»

ТУРЦИЯ

Компания «Stadler» заключила контракт с компанией-оператором «Körfez Ulaştırma» на поставку семи гибридных локомотивов «Eurodual» для грузовых перевозок. Контракт включает в себя техническое обслуживание локомотивов в течение 8 лет. Максимальная сила тяги локомотива «Eurodual» при трогании с места составляет 500 кН, максимальная масса поезда — 2000 т.



Грузовой гибридный локомотивов «Eurodual» для компании-оператора «Körfez Ulaştırma»

По материалам компаний-производителей и операторов подвижного состава, информационных порталов «International Railway Journal», «Railway Gazette»

П.А. ПОЛИН,
ведущий технолог ПКТБ Л — филиала ОАО «РЖД»

ПАМЯТНЫЙ ЗНАК УЧЕНОМУ-НОВАТОРУ

В.И. КАРЯНИН,
спец. корр. журнала

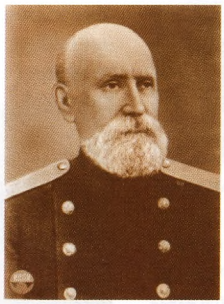
В 2006 г. решением ректората МИИТа, руководства Северо-Кавказской дороги и администрации г. Туапсе в здании железнодорожного вокзала был установлен бюст выдающемуся ученому, инженер-генералу царской России Н.П. Петрову, посвятившему свою жизнь созидательной и научно-технической деятельности. А недавно в знак благодарности к ученому и его сподвижнику — первому старосте поселения А.Н. Кривенко, которые организовали строительство Армавир-Туапсинской железной дороги, в Туапсе торжественно открыли памятную плиту.

Николай Павлович Петров — русский ученый и государственный деятель, инициатор строительства ряда железных дорог, автор проектов паровоза и мостов, многочисленных трудов по механике и гидродинамике, образовательной деятельности в России на рубеже XIX—XX веков, основатель Императорского Московского инженерного училища (МИИТа, а ныне — РУТа), а также Инженерного (Научно-технического) Совета МПС, первым председателем которого стал.

Родился 13 мая 1836 г. в Трубчевске Орловской губернии, в семье военного. До 13 лет жил в семье отца, где и получил начальное образование. В 19 лет заканчивает Константиновский кадетский корпус и становится прапорщиком Лейб-гвардии Финляндского полка. В том же году поступает в Николаевский военный Инженерно-технический университет, который заканчивает три года спустя. Там же приступает к службе под руководством известного ученого М.В. Остроградского, который замечает одаренного слушателя и оставляет его при кафедре. Одновременно слушатель университета принимает участие в проектировании машин на Охтенском заводе в коллективе профессора И.А. Вышнеградского.

В 1862 г. Н.П. Петрову поручают временно вести курс высшей математики в Инженерной академии. А вскоре его направляют за границу изучать прикладную механику. После возвращения он читает лекции в Технологическом институте и Инженерной академии в Петербурге. В 1867 г. преподавателю присваивают звание адъюнкт-профессора практической механики Инженерной академии. При участии И.А. Вышнеградского молодой ученый выполняет первую инженерную работу — проектирует прибор для передвижения регулирующего щита при устройстве турбины с горизонтальной осью. В 1869 г. Артиллерийское ведомство поручает Н.П. Петрову руководить оснащением нового завода на о. Голодай (в устье Невы).

В своей деятельности Николай Павлович сочетает качества прогрессивного ученого и блестящего инженера. В 1871 г. в его творчестве появляется новое направление, возникшее и развивавшееся в Технологическом институте, где возглавив кафедру железнодорожного дела, читает курс, посвященный подвижному составу железных дорог. В этой области иностранные ученые насаждали чистую эмпирику, а Н.П. Петров начинает вводить в практику железнодорожного дела подлинно научные методы. Его избирают профессором Петербургского технологического института, где он преподает теорию и устройство паровых котлов и паровозов, руководит составлением проектов.



Русский ученый и государственный деятель Н.П. Петров (1836—1920 гг.)

С 1873 г. Николай Павлович — член инженерного совета Общества российских железных дорог. В должности ревизора по подвижному составу и тяге он понимает, что масса эксплуатационных проблем требует научного решения. В результате крупных научных исследований железнодорожная наука обогащается трудами авторитетного специалиста по всем основным вопросам железнодорожной техники. При его активном участии вводятся в эксплуатацию несколько железных дорог (общее их протяжение возрастает вдвое), а в 1891 г. начинается строительство Транссиба (регулярное сквозное движение на этой магистрали будет открыто в 1916 г.).

В 1878 г. Н.П. Петров публикует труды, посвященные тормозным системам, имевшим большое практическое значение. В то время во всех странах пришли к пониманию, что скорость движения поездов можно наращивать, но только если имеется надежная тормозная система, способная при необходимости быстро остановить состав. Технические средства усовершенствовались, ставились опыты, но не был найден критерий оценки ее действия. С помощью математических расчетов Николай Павлович находит истинный предел быстроты действия для любой из возможных тормозных систем. Доказывает, что наибольшая скорость остановки поезда может получиться в системе, способной во все время торможения удерживать вращение колес на границе скольжения по рельсам.

В 1883 г. Н.П. Петров открывает закон трения при смазке. Были известны два открытия в учении о силах трения — установления Амантоном в 1699 г. и Кулоном в 1781 г. основных законов трения сухих (не смазанных) тел и загрязненных. Классические исследования Амантона и Кулона являются почти исключительно экспериментальными, а результаты рассматриваются как приближенные. Эти работы не повлекли за собой крупных прогрессивных исследований, несмотря на то, что способствовали утверждению в механике плодотворных, хотя и формальных представлений о трении.

В свет выходит печатная работа Николая Павловича «Трение в машинах и влияние на него смазывающих масел», в которой он формулирует этот закон, исходя из законов гидродинамики вязкой жидкости. Спустя год Н.П. Петров был удостоен Ломоносовской премии Академии наук. Его работы носят характер теоретического исследования, основанного на точном эксперименте. Строгая математическая трактовка проблемы и тщательная проверка результатов создали прочный фундамент гидродинамической теории смазки и тех многочисленных исследований, которые появились в результате развития идей русского ученого.

Он построил свою теорию на основе принципиально новой предложенной им физической схемы трения обильно смазанных твердых поверхностей. Механизм трения смазанных частей машин Николай Павлович объяснил так: смазывающий слой совершенно отделяет трущиеся твердые поверхности одну от другой. При этом непосредственного трения твердых тел уже не существует. Величина трения определяется внутренним трением смазки (жидкости), а это уже область гидродинамики. Н.П. Петров вывел формулу, определяющую величину трения в зависимости от основных условий работы трущихся частей машин. Эта формула через два-три года приобрела мировую известность среди физиков и инженеров.

В 1886 г. выходит в свет печатный труд русского ученого «Описание и результаты опытов над трением жидкостей и машин», в 1887 г. — «Трение в машинах и влияние на него смазывающей жидкости. Практические результаты опытов». А в 1900 г. в журнале «Записки императорской Академии наук» публикуется четвёртое крупное сочинение Н.П. Петрова «Трение в машинах», в котором изложена теория

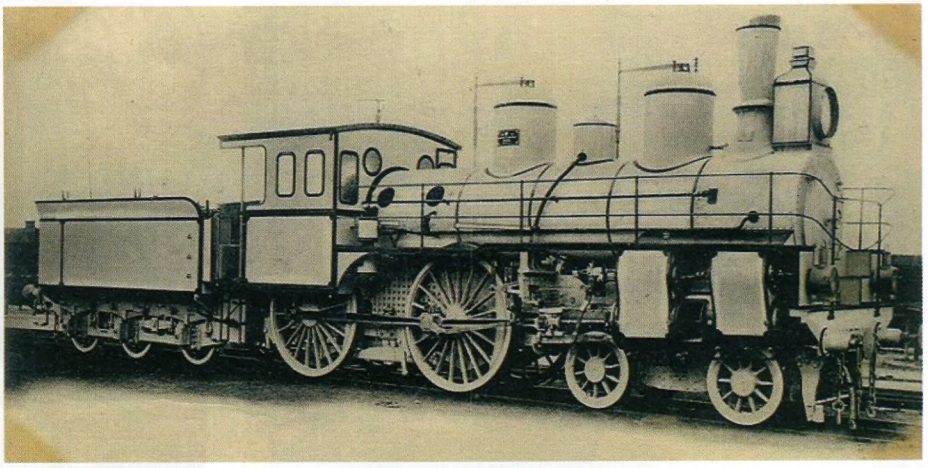
смазки с учётом эксцентрического положения шипа в подшипнике. Автор обосновал гипотезу И. Ньютона о пропорциональности напряжения трения внутри жидкости и относительной скорости ее движения для ламинарных течений. Указал на возможности существования турбулентного режима движения жидкости.

Ученый-новатор работал также в области теории вискозиметрии и прикладной механики. Он предложил приближенный метод профилирования зубчатых колес. Широкое применение созданной ученым гидродинамической теории трения в машинах сразу принесло большую экономию на топливе и смазочном масле, в несколько раз сократилось количество отцепок вагонов на промежуточных станциях из-за перегрева букс. Создание гидродинамической теории трения в машинах принесло ученому всеобщее признание. Его включали действительным членом ученых советов многих высших учебных заведений и научных обществ, а 29 декабря 1894 г. (10 января 1895 г.) избрали почетным членом Российской академии наук.

Николай Павлович был одним из лучших инженеров своего времени. В теории механизмов известен его метод очертания зубцов круглых цилиндрических колёс дугами круга. Метод являлся наиболее точным решением этой задачи и в наилучшей степени удовлетворял требованию плавности движения частей механизмов и машин. Для характеристики уровня задачи стоит отметить, что вслед за Николаем Павловичем решением её занялся крупнейший в России математик П.Л. Чебышев.

В 1897 г. по проекту Н.П. Петрова на Путиловском заводе построили пассажирский паровоз, имеющий машину тандем-компаунд, осевую формулу 2-2-0, диаметр движущих колес 2000 мм (с 1912 г. серия получила обозначение $П^{П}$ — пассажирский Петрова). На участке Санкт-Петербург — Псков паровоз с поездом массой 250 т достигал средней скорости 78 км/ч. С 1897 по 1900 гг. Путиловский завод изготовил около 120 машин серии $П^{П}$. Удачнее всего они показали себя на Санкт-Петербург-Варшавской дороге, где в то время обращались самые быстроходные поезда в России. Паровозы этой серии проработали до 1911 г. в курьерском движении, а до 1930-х годов — в местном.

Николай Павлович Петров всегда был в рядах передовых деятелей русской инженерной общественности. В 1875 г. его избрали действительным членом Русского технического общества и непременным членом его II (Механического) отдела. За участие в составлении первого технического французско-русско-немецко-английского словаря на общем собрании Русского технического общества был занесен в список пожизненных членов.



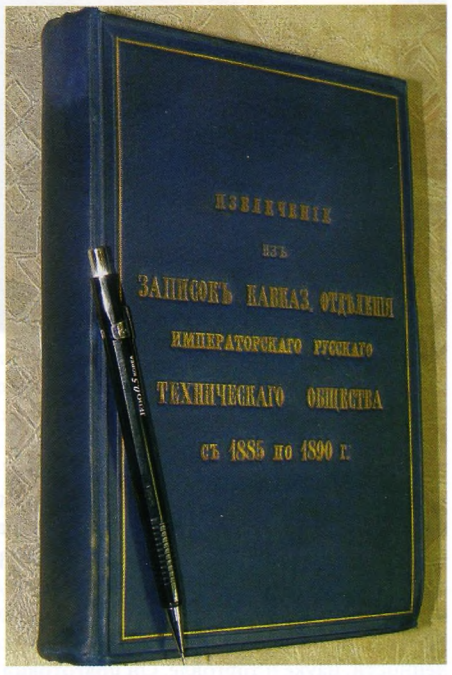
Паровоз серии ПП (2-2-0), построенный на Путиловском (ныне Кировском) заводе в Петербурге по проекту Н.П. Петрова

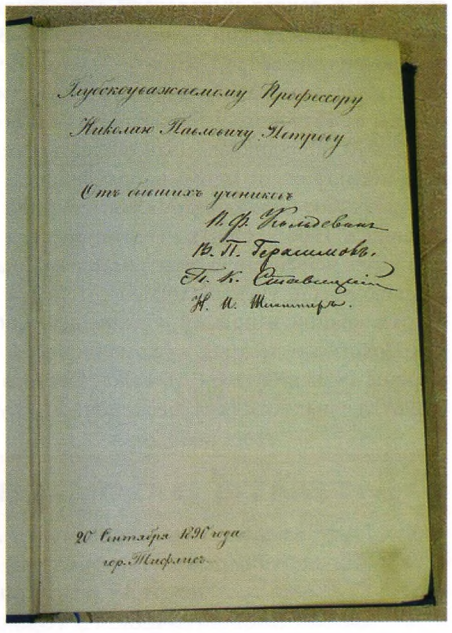
В 1892 г. по инициативе Н.П. Петрова при Министерстве путей сообщения был образован Инженерный совет для рассмотрения важнейших технических вопросов. В том же году его назначили первым председателем, а впоследствии, когда он оставил службу в Министерстве, почетным членом Инженерного совета. На Международном железнодорожном конгрессе в 1892 г. ученого из России избрали председателем этого конгресса, и с тех пор он состоял пожизненным членом постоянного международного бюро конгрессов.

В 1896 г. авторитетный ученый в первый раз был избран председателем Русского технического общества, а затем еще два раза переизбирался председателем на три года. В феврале 1905 г. снял с себя обязанности, поскольку из-за преклонного возраста он уже не мог работать на этом посту с прежней самоотдачей. На Первом всероссийском электротехническом съезде 1899/1900 гг. его избрали председателем съезда и председателем комитета, его подготовившего.

В конце 1897 г. Николай Павлович возглавлял комиссию, призванную расширить в России техническое образование. Преподавательская деятельность Н.П. Петрова в высших технических учебных заведениях продолжалась в течение более четырех десятков лет. Он создал много новых курсов. По этим дисциплинам им были написаны учебники и учебные пособия, вышедшие литографированными изданиями. Их общий объем составил свыше 2 тыс. страниц.

В разные годы инженер-генерал Н.П. Петров занимал высокие государственные должности: в 1888—1892 гг. — председатель Временного управления казенных железных дорог, в 1892 г. — возглавлял Департамент железных дорог Министерства путей сообщения и инженерный совет при министерстве. С 1893 по 1900 г. его должность — товарищ министра путей сообщения, одновременно являлся членом Государственного совета. В 1901—1905 гг. принимает участие в работе Департамента промышленности и

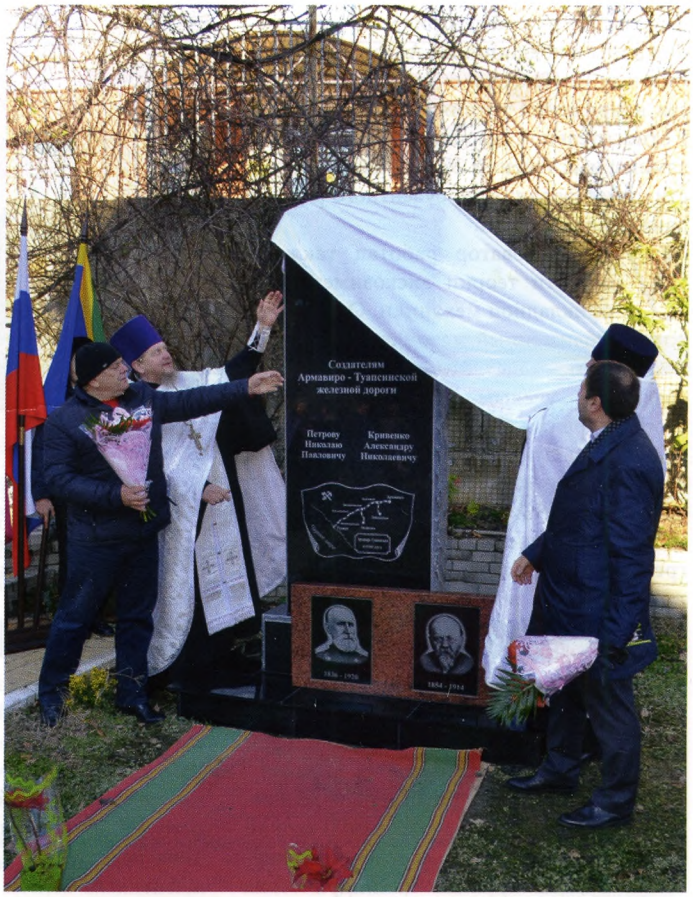




Подписи учеников Н.П. Петрова с благодарностью на сборнике своих трудов (1890 г. издания)



На открытии памятника выдающимся землякам принимали участие член Российского военно-исторического общества Н.Ю. Янчук и хранитель музея локомотивного депо Туапсе Е.И. Юсов



Открывают памятник: член администрации Туапсинского района А.А. Куприянов, глава поселения Шепси В.Н. Вареник, протоиреи Петр Тельнов и Роман Дейнего

торговли Государственного совета. В 1907—1915 гг. назначается к присутствованию в Совете, а также председателем Второго департамента, ведавшего делами железных дорог и разрешавшего вопросы о концессиях частным железнодорожным обществам.

К началу изысканий и строительства Армавир-Туапсинской железной дороги Н.П. Петров исполнял обязанности председателя Второго департамента Государственного совета по промышленности, науке и торговле. Он подготовил обстоятельный и обоснованный доклад императору о необходимости строительства Армавир-Туапсинской железной дороги. В основу доклада была положен научный труд «Интересы и права частных лиц в вопросе об устройстве железных дорог на Кавказе и колоссальные потери страны от бездорожья». Эта работа ученого не оставила никаких шансов АО «Владикавказское общество железной дороги» направить магистраль по иному направлению, а не к порту Туапсе.

Профессорскую кафедру в Инженерной академии Н.П. Петров оставил в 1900 г. Однако его творческая работа продолжалась еще более чем полтора десятилетия и была очень плодотворной. За свою жизнь ученый, инженер-генерал был удостоен многих наград, званий и премий. Среди них особые: французский орден Почетного легиона — командорский крест (1893 г.), орден Короны Румынии (1894 г.), орден Святого Александра Невского (1896 г.), знак отличия беспорочной службы (1896 г.), орден Святого Андрея Первозванного (1915 г.). Ученому была присуждена Золотая медаль Русского технического общества, и он был избран почётным членом Московского политехнического общества.

В 1917 г. (за три года до своей смерти) Николай Павлович тяжело заболел и вместе с родными переехал на Черноморское побережье Кавказа — в своё имение, расположенное в с. Шепси под Туапсе. В 1919 г. Н.П. Петров вместе с оставшимися членами некогда большой семьи поселились в г. Туапсе, где через год на городском кладбище состоялось погребение знаменитого учёного и общественного деятеля России.

Живописная картина дикой южной окраины Российской империи быстро преображалась во многом благодаря привносимой сюда культуры и созидательной деятельности Н.П. Петрова. На века останется напоминание о нём — уникальная Армавир-Туапсинская железная дорога, ведущая к Чёрному морю. Она, подобно стремительной горной реке, бежит, огибая горы, к морю, чтобы своим мощным потоком влиться в мировой океан — океан цивилизации, науки и разнообразной человеческой деятельности. Значение выхода к Чёрному морю, а через него на Ближний Восток трудно переоценить; его можно сравнить лишь с тем, как Пётр Великий «прорубил окно в Европу, построив город на Неве».

Читайте в ближайших номерах:

- **Пути повышения надежности локомотивов в условиях полного сервисного обслуживания**
- **Автоматизированная система учета замечаний по техническому состоянию локомотивов**
- **Система диагностики моторвагонного подвижного состава «Компакс»**
- **Схема пневматического тормозного оборудования электровоза ЧС7**
- **Устройство и работа гидромеханического редуктора тепловозов типа ТЭ10, М62**
- **Знакомьтесь: тепловоз ТЭМ2Н-УГМК**
- **Тепловые характеристики силовых полупроводниковых приборов**

БЕРЕЧЬ НАСЛЕДИЕ РУССКОГО УЧЕНОГО

В долине горной реки Шепси, бегущей на границе Туапсинского и Лазаревского районов Большого Сочи, расположился одноименный курортный поселок, основные достопримечательности которого — ущелья, водопады и пещеры, сохранившиеся до наших дней дольмены. А скоро здесь появится еще одно знаковое место — музей-дача русского ученого, инженер-генерала, государственного деятеля царской России Николая Павловича Петрова.

Особняк находится на территории пансионата «Шепси». Сохранились смотровая башня, лестничные балюстрады, фрагменты лепнины, дубовые террасы. Над главным входом выбит год постройки – «1899», на фасаде установлена мемориальная доска. Сюда часто приезжали отдохнуть Д.И. Менделеев с супругой Анной Михайловной — пейзажистом, написавшей несколько картин в Шепси. Притягательность дачи и окружающей природы оценил также один из основоположников бальнеологии и курортологии Ф.И. Пастернацкий.

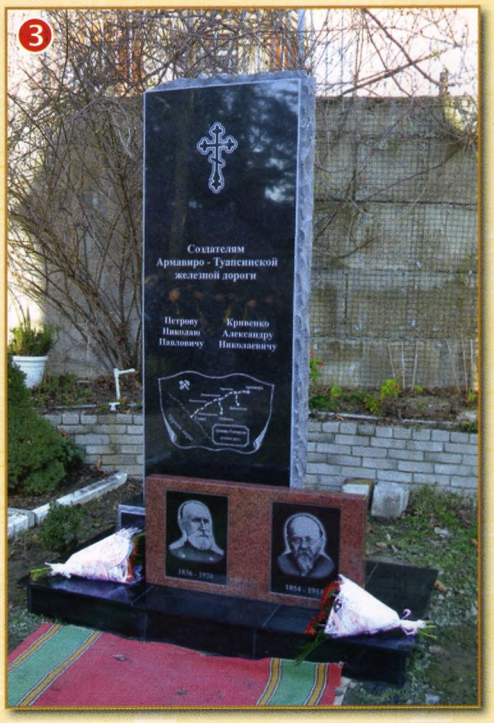
Сегодня пансионат «Шепси» стал привлекательным местом отдыха семей с детьми. Двухэтажное здание, несмотря на свой возраст, радует глаз. В условиях южного климата обзорная площадка на башенке, открытые террасы и балконы гармонично смотрятся в окружающей среде.

— Пансионат «Шепси», на территории которого создается музей-дача Н.П. Петрова, будет удачным местом для проведения «Петровских чтений» молодыми учеными, аспирантами и студентами учебных заведений, — делится мнением д-р техн. наук, профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта (РУТ) А.Т. Осяев. — Организаторами научно-технических конференций могут стать руководители Северо-Кавказской дороги, ректорат Академии транспорта и ее филиала в г. Сочи, администрация г. Туапсе.













❶ Общий вид дачи в Шепси, принадлежавшей Н.П. Петрову, и мемориальная доска на фасаде старинного особняка.

❷ Бюст инженер-генералу, организатору строительства Армавир-Туапсинской железной дороги, установленный в здании вокзала станции Туапсе.

❸ Памятная плита ученому-новатору Н.П. Петрову и первому старосте поселения А.Н. Кривенко.

❹ У стен старинного особняка в Шепси (слева направо): хранитель музея депо Туапсе Е.И. Юсов; доктор технических наук, профессор РУТа А.Т. Осяев; художник-оформитель, краевед А.В. Стеблецкий; историк, писатель, краевед А.Б. Пихун.

Бар 16-163


Скрещение поездов на станции Спортивная



Поезд следует по мостовой эстакаде станции Спортивная

НОВОСИБИРСКАЯ ДЕТСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА: 15 ЛЕТ ПУТИ!

В июне текущего года исполнилось 15 лет Новосибирской детской железной дороге. Дорога протяженностью 5,3 км проходит по территории живописного Заельцовского парка Новосибирска. На дороге имеются три станции (Заельцовский Парк, Спортивная, Зоопарк) и два разъезда (Локомотив, Ельцовский). Инфрастуктура дороги включает в себя также переезды (четыре неохраняемых и один охраняемый), две металлические мостовые эстакады общей протяженностью более 500 м, два моста.

На станции Спортивная расположены учебный корпус (с оборудованными в нем классами, кружками, мастерскими), спортивная площадка, пути для отстоя и осмотра подвижного состава. На дороге в эксплуатации находятся тепловозы ТУ7А (3 ед.), ТУ10, 12 пассажирских вагонов. Техническая оснащенность дороги позволяет организовать движение до четырех поездов.

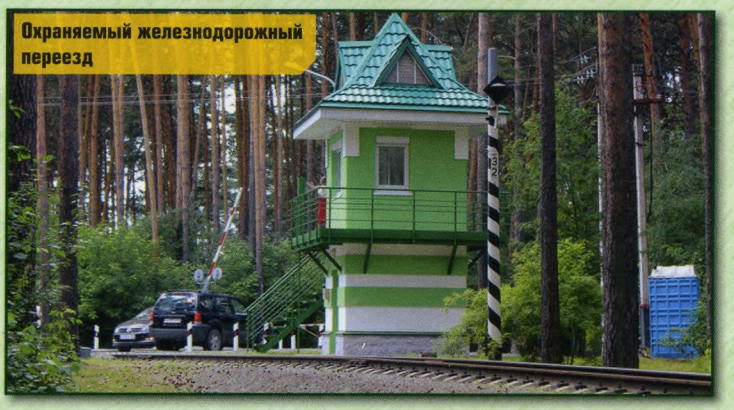
В процессе обучения юные железнодорожники осваивают основные железнодорожные профессии, получают возможность знакомства со структурой управления компании ОАО «РЖД», дополнительные знания об инновациях в сфере железнодорожного транспорта, посещают различные железнодорожные предприятия.

Для многих выпускников детская железная дорога стала стартовой ступенькой в реализации карьеры на железнодорожном транспорте.


Паровоз-памятник Черепановых и памятный камень, заложенный в честь начала строительства дороги на станции Спортивная


Подвижной состав на путях отстоя станции Спортивная


Тепловоз ТУ7А с поездом «Сибиряк» прибывает на станцию Заельцовский Парк


Охраняемый железнодорожный переезд


Здание вокзала на станции Заельцовский Парк

Фото А.В. Молчанова



Тепловоз ТУ10 следует с поездом «Мечта»

ISSN 0869-8147, Локомотив, 2020, 6, 1 – 48 • «Роспечать»: 71103 для физ. лиц, 73559 для юр. лиц. «Почта России»: П5076 для физ. лиц, П5077 для юр. лиц. АРЗИ: 87716 для физ. лиц, 88043 для юр.лиц.