

РЖД
Российские
железные
дороги

ISSN 0869 — 8147

ЛОКОМОТИВ

Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал

В номере:

**Содружество
железнодорожников:
новые перспективы**

**Тепловоз 2ТЭ25А:
система
управления
и электро-
оборудование**

**Цветная
схема цепей
электровоза
ЧС4Т**

**Локомотивам —
современные
полупроводники**

От **КрцНТИБ** **Кому: 305**
Мик **10068843** **Тема**
управления на 2ЭС6

**Автоведению
локомотивов —
зеленый свет**

**Ремонт винтовых
компрессорных
агрегатов**

**Как управлять
надежностью
подвижного
состава**



7
2012

**«ВИТЯЗЬ» — ГРУЗОВОЙ ТЕПЛОВОЗ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

(см. с. 28 — 32)

**Школа молодого
машиниста:
отключатели и рубильники**

ISSN 0869-8147



9 770869 814001 >



За «круглым столом» собрались делегации всех государств-участников Содружества



Об основных направлениях деятельности Совета Содружества рассказал участникам заседания президент ОАО «РЖД» В.И. Якунин

СОДРУЖЕСТВУ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ – 20 ЛЕТ!

Совет по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (СНГ и ряда других стран) отметил свое 20-летие. За два десятилетия железнодорожники прошли большой путь от разделения к объединению. Сегодня это мощное содружество транспортных 17 государств. Они решают многие насущные проблемы транспортного обслуживания как своих государств, так Евроазиатского континента в целом. Активно развивается сотрудничество в самых различных областях транспортной отрасли: от эксплуатации совместного парка подвижного состава до производства локомотивов и вагонов, другого высокотехнологического оборудования.

На состоявшемся недавно 56-м заседании Совета был рассмотрен широкий круг вопросов, среди которых выполнение решений 55-го заседания, итоги эксплуатационной работы сети железных

дорог за прошлый год и I квартал 2012 г., нормативы графика движения поездов на 2012/2013 гг., итоги переписи грузовых вагонов и контейнеров, план научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ железнодорожных администраций на текущий год и др. Практически по всем вопросам было принято согласованное решение.

В рамках «круглого стола» обсуждались вопросы реформирования отрасли. В целом страны, проводящие или уже завершившие реформу железнодорожного транспорта как на «пространстве 1520», так и в других железнодорожных системах, рассматривают структурную реформу как неотъемлемый и исключительно важный элемент перестройки национальной экономики и интеграции стран в мировую экономическую систему. Подробнее о заседании — на с. 2 — 5.



На «круглом столе» обсуждались перспективы реформирования железных дорог Содружества



В заседании Совета участвовал О.В. Морозов (ныне начальник управления внутренней политики администрации президента России)



Активно участвует в разработке планов НИОКР Содружества старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Галанович



Перед началом совещания руководители главных транспортных ведомств России согласовали свои позиции по актуальным вопросам. Слева направо: руководитель Росжелдора А.С. Цыденов, заместитель министра транспорта (ныне директор Департамента промышленности и инфраструктуры правительства РФ) А.Н. Недосеков, первый вице-президент ОАО «РЖД» В.Н. Морозов



За активное участие в развитии сотрудничества железных дорог государств-участников Содружества почетной наградой ОАО «РЖД» был отмечен представитель Эстонских железных дорог С.А. Мошенко



Сегодня, как и раньше, квалифицированные кадры решают все — это хорошо понимает начальник Департамента управления персоналом ОАО «РЖД» Л.И. Васина

**Ежемесячный
производственно-
технический и научно-
популярный журнал**

**ИЮЛЬ 2012 г.
№ 7 (667)**

Издается с января 1957 г.
г. Москва

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ОАО «Российские
железные дороги»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

БЖИЦКИЙ В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ВОРОТИЛКИН А.В.
ГАПАНОВИЧ В.А.
КАРЯНИН В.И.

(редактор отдела
тепловозной тяги)

КОБЗЕВ С.А.
МАШТАЛЕР Ю.А.
ЛУБЯГОВ А.М.

НАЗАРОВ О.Н.
НИКИФОРОВ Б.Д.

ОСТУДИН В.А.
(зам. главного редактора)

РУДНЕВА Л.В.
(ответственный секретарь)

СЕРГЕЕВ Н.А.
(редактор отдела
электрической тяги)

ЧАПЛИНСКИЙ С.И.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Иоффе А.Г. (Москва)

Ермишкин И.А. (Ожерелье)

Коссов В.С. (Коломна)

Красногорев Е.А. (Ачинск)

Кузьмич В.Д. (Москва)

Орлов Ю.А. (Новочеркасск)

Посмитюха А.А. (Киев)

Потанин А.А. (Воронеж)

Удальцов А.Б. (С.-Петербург)

Хананов В.В. (Москва)

Наш адрес в Интернете:

www.lokom.ru; e-mail: info@lokom.ru

Наш адрес в СПД ОАО «РЖД»:

E-mail: loko_msk@msk.rzd

В НОМЕРЕ:

ЖИТЕНЁВ Ю.А. Содружество железнодорожников: новые перспективы 2
КАМЕНЦЕВ Г.Ю. Локомотивам — современные полупроводниковые
приборы 6

НА КОНТРОЛЕ — БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Работа приборов безопасности: мониторинг и анализ 9

В ПОМОЩЬ МАШИНИСТУ И РЕМОНТНИКУ

МОСОЛ С.А. Усовершенствовали тренажеры 11
ГУТ В.А., ВИДЕНЕЕВ А.А., РАГЕЛЬ В.С. Устройство для непрерывного
контроля потенциала проводов цепей управления 13
ШАМАКОВ А.Н. От простого — к сложному. Электропневматический
тормоз с электровоздухораспределителем № 305 15
Микропроцессорная система управления и диагностики на электровозе
2ЭС6 20
Вам предлагают новые учебные пособия 22
КИМ С.И., ПРОНИН А.А., ВОРОНКОВА Л.М. Автоведению локомотивов —
зеленый свет 23
Предлагают рационализаторы 25
ГАЛКИН А.Ю. Ремонт винтовых компрессорных агрегатов — оптималь-
ный регламент 26
ЕРМИШКИН И.А. Отключатели двигателей и рубильники силовых це-
пей (школа молодого машиниста) 27

НОВАЯ ТЕХНИКА

БАБКОВ Ю.В., КЛИМЕНКО Ю.И., ПЕРФИЛЬЕВ К.С. и др. Магист-
ральный тепловоз 2ТЭ25А: структура системы управления и электро-
оборудования 28

НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕМЫ

МАШТАЛЕР Ю.А. Как управлять надежностью тягового подвижного
состава 33
ГОРСКИЙ А.В., ВОРОБЬЁВ А.А., СКРЕБКОВ А.В. Стратегия интел-
лектуального ремонта локомотивов 33
ГРИЩЕНКО А.В., ГРАЧЁВ В.В., БАБКОВ Ю.В. и др. Аппарат искус-
ственных нейронных сетей для диагностики современного локомотива 36

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ГАЛКИНА М.М. Трудные вопросы увольнения. Договор на обучение
за счет предприятия 41

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

БЫКАДОРОВ А.Л., ЗАРУЦКАЯ Т.А. и др. Модель станции поможет най-
ти место аварии 44
ЗАХАРЬЕВ Ю.Д. Диодный заземлитель станет надежней 45
БОГДАНОВ Ю.В. Оптимизировать процесс изнашивания контактных
проводов 46

СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ

КОЛЕСНИКОВ В.П. Второе рождение детской дороги в Свободном 48

На 1-й с. обложки: магистральный грузовой тепловоз с асинхронным
тяговым приводом «Витязь» 2ТЭ25А. Фото А.А. ЕГОРОВА

В номере вкладка: цветная схема электрических цепей электровоза ЧС4Т.

РЕДАКЦИЯ:

ЖИТЕНЁВ Ю.А.

(экономика)

ЗАХАРЬЕВ Ю.Д.

(орг. отдел)

ЛАЗАРЕНКО С.В.

(отдел ИТ)

СИВЕНКОВ Д.П.

(компьютерный набор)

Адрес редакции:

**129110, г. Москва,
ул. Пантелеевская, 26,
редакция журнала «Локомотив»**

Тел./факс: (499) 262-12-32;

тел.: (499) 262-30-59, 262-44-03

Подписано в печать 27.06.12 г. Офсетная печать

Усл.-печ. л. 5,62+1,3 вкл. Усл. кр.-отт. 22,48+5,2 вкл.
Уч.-изд. л. 11,2+1,86 вкл.

Формат 64×90/8

Цена 60 руб., организациям — 120 руб.

Тираж 6820 экз. Заказ № 2192

Отпечатано в типографии «Синер-
джи», г. Москва, 3-й Новомихалков-
ский проезд, д. 3А, тел.: (495) 921-35-63,
(499) 153-00-51, 153-47-70, 153-71-24
<http://www.synergy-company.ru>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору за соблюдением законодательства в
сфере массовых коммуникаций и охране культур-
ного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ
№ ФС77-21834 от 07.09.05 г.

СОДРУЖЕСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКОВ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Недavno в Москве состоялось 56-е заседание Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (СНГ и ряда других стран). На нем собрались члены Совета, руководители железнодорожных администраций, ассоциированные члены, а также председатель дирекции Совета. Лейтмотивом данной очередной встречи является 20-летие Совета по железнодорожному транспорту, отмечаемое в этом году. За двадцатилетний период первое интеграционное объединение на постсоветском пространстве сыграло ведущую роль в сохранении технологического и организационного единства, согласованной работы железных дорог «пространства 1520».

По словам исполнительного секретаря СНГ С.Н. Лебедева, за годы своей деятельности Совет стал одной из наиболее эффективных отраслевых структур в Содружестве. Он рекомендовал себя в качестве авторитетного и влиятельного межправительственного органа экономического сотрудничества, отвечающего конкретными делами на растущие потребности в сфере транспорта.

В торжественной части заседания ряд ветеранов и специалистов железных дорог государств-участников Совета от имени Исполкома СНГ, Совета Федерации РФ, Минтранса РФ и ОАО «РЖД» были награждены почетными знаками, грамотами и именными часами.

За два десятилетия в рамках Совета подготовлено около двух сотен нормативных документов, регламентирующих совместную деятельность по организации перевозок грузов и пассажиров в международном сообщении, эксплуатацию подвижного состава, содержание технических средств, правила перевозок грузов и пассажиров. Совет стал главной координирующей силой в работе железных дорог СНГ на международном направлении. Грузовые и пассажирские поезда не встречали серьезных препятствий на своем пути, и во главе этого процесса находился и продолжает находиться Совет по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества.

Сейчас в состав Совета входят железнодорожные администрации 17 государств: 11 участников СНГ — члены Совета (Российская Федерация, Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Киргизия, Молдова, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина); Республика Болгария, Грузия, Латвийская Республика, Финляндская Республика — ассоциированные члены Совета; Литовская Республика и Эстонская Республика работают в соответствии с заключенными договорами. В качестве наблюдателя в деятельности Совета принимает участие Международная конфедерация профсоюзов железнодорожников и транспортных строителей.

На состоявшемся форуме были рассмотрены вопросы выполнения решений предыдущего 55-го заседания Совета, а также итоги разработки графика движения поездов, планов формирования грузовых поездов и формирования вагонов с контейнерами в международном сообщении, итоги эксплуатационной работы сети железных дорог за 2011 г. и I квартал 2012 г.

Отмечено, что достигнуто улучшение как объемных, так и качественных показателей работы на сети дорог. Оборот грузового вагона составил 12,73 суток и ускорен к нормативу на 0,08 суток. Общая погрузка грузов в контейнерах увеличилась на 1,5 %, в том числе в крупнотоннажных — на 14,5 %. За I квартал 2012 г. железные дороги перевезли 509,3 млн. т грузов, что составляет 100,5 % суммы месячных планов, которые выполнены большинством железнодорожных администраций Содружества. Динамика выполнения графика движения пассажирских поездов в международном сообщении сохранена на прежнем уровне.

Открывая заседание форума, председатель Совета, президент ОАО «Российские железные дороги» В.И. Якунин отметил, что 20 лет назад, 14 февраля 1992 г., в Минске решением Совета глав правительств Содружества Независимых Государств был учрежден Совет по железнодорожному транспор-



ту государств-участников Содружества. Перед ним была поставлена задача координировать работу железнодорожного транспорта на межгосударственном уровне, выработать согласованные принципы его деятельности, организовывать совместную эксплуатацию подвижного состава и выполнять обширный круг других производственных задач.

И сегодня с полной уверенностью можно сказать, что решение о создании Совета полностью себя оправдало. Сохранено тех-

нологическое единство железнодорожной сети, единое информационное и тарифное пространство, приняты важнейшие решения по взаимодействию железных дорог. Подготовлены необходимые нормативные документы, регламентирующие совместную деятельность по организации перевозок грузов и пассажиров, эксплуатации подвижного состава, содержанию технических средств, международным правилам перевозок грузов и пассажиров.

Совет способствует дальнейшему развитию основных межгосударственных транспортно-экономических связей всех входящих в него стран. По железным дорогам перевозятся также значительные объемы транзитных грузов между Европой и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, Индийского океана и Персидского залива.

Работа содружества железных дорог получила высокую оценку со стороны Совета глав правительств государств-участников СНГ. Не случайно в настоящее время востребована способность эффективно взаимодействовать и развивать интеграционные процессы, совместно умножая, умело используя транспортный потенциал, который является надежной основой дальнейшего сотрудничества. Наиболее приоритетной стоящей перед железными дорогами задачей, выполнение которой зависит от скоординированной работы, является обеспечение конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Все планы нацелены на поддержание и восполнение технических ресурсов железнодорожного транспорта, проведение масштабных работ по техническому оснащению и модернизации железных дорог.

В выступлениях участников совещания подчеркивалось, что в ближайшей перспективе необходимо упорядочить эксплуатацию парка подвижного состава, провести работу по созданию вагонов нового поколения повышенной надежности и экономичности. Должна быть расширена специализация вагонного парка для лучшего удовлетворения запросов клиентов по повышению качества перевозок. В этой связи требуется расширить сферу действия согласованных нормативно-технических требований и стандартов к транспортной технике.

Важнейшая группа задач, влияющая на качество перевозок, обусловлена необходимостью совершенствования технологии перевозок грузов. Необходимо развитие транспортно-экспедиционной деятельности и логистики. Результатом этой деятельности должно стать развитие рынка транспортно-экспедиторских услуг на пространстве железных дорог колеи 1520 мм. В связи с этим предстоит не только эффективно использовать и развивать железнодорожную инфраструктуру, но и ориентировать технологии на всемерное удовлетворение потребностей клиентов, что очень важно в современных рыночных условиях.

Принципы транспортной логистики лежат в основе совершенствования взаимодействия и координации видов транспорта, внедрения эффективных схем доставки по международным транспортным коридорам. Для решения этих задач на железных дорогах Содружества ведутся разработка и внедрение новых прогрессивных методов практической реализации логистических схем на основе современных информационных технологий, в том числе электронного документооборота.

Результаты совместной работы железнодорожников в ближайшей перспективе должны обеспечить повышение уровня и качества обслуживания на железнодорожном транспорте, дальнейший рост объемов перевозок пассажиров и грузов в международном сообщении, укрепить позиции железных дорог на

мировом рынке транспортных услуг и обеспечить привлечение международного транзита.

Именно поэтому найдено в рамках VI Международного бизнес-форума «Стратегической партнерство 1520» в Сочи ОАО «РЖД», АО «Национальная компания «Казакстан Темір Жолы» и Белорусская железная дорога подписали соглашение о развитии транспортно-логистической системы Единого экономического пространства. Согласно подписанному документу, стороны договорились о необходимости объединения усилий и углубления сотрудничества в области развития транспортно-логистической системы на территории России, Казахстана и Беларуси, ориентированной на предоставление качественных и конкурентоспособных услуг в рамках ЕЭП, а в перспективе — на пространстве колон 1520.

Также было решено создать совместную транспортно-логистическую компанию для контейнерных перевозок по железной дороге. В качестве основы создания объединенной транспортно-логистической компании предлагается выбрать ОАО «РЖД Логистика» — 100%-ное дочернее общество ОАО «РЖД». Для надления компании активами и обеспеченности гарантированного участия сторон (по 33,3 %) потребуется провести дополнительную эмиссию акций этой компании. Со стороны ОАО «РЖД» предлагается внести пакет акций ОАО «ТрансКонтейнер», со стороны АО «Национальная компания «Казакстан Темір Жолы» — пакет акций дочерних компаний, в том числе АО «Капиталсервис» и АО «Квадрантсервис». Со стороны Беларуси — терминалы, принадлежащие железной дороге в Бресте, а также активы компании «Балин-Транс».

Принимая во внимание, что объединенная транспортно-логистическая компания будет формироваться на базе уже имеющихся и работающих активов, ее создание не потребует от учредителей существенных первоначальных инвестиций, а также отвлечения денежных средств на этапе запуска проекта. Таким образом, проект изначально будет самофинансируемым и рентабельным.

По мнению президента ОАО «РЖД» В.И. Якунина, учитывая динамичное развитие западных и центральных провинций Китая, реализация данного проекта позволит создать предпосылки для привлечения грузов в сегменте контейнерных перевозок дополнительного грузопотока в размере до 1 млн. ДФБ к 2020 г. Это составит около 2 % прогнозного контейнерного тона между Европой и Азией.

Динамичное развитие железных дорог является одним из ключевых факторов роста экономики. По оценкам специалистов и ученых, каждый рубль, вложенный в развитие железных дорог, дает для ВВП не менее трех рублей дополнительного роста. Сбалансированное развитие инфраструктуры на «пространстве 1520», снятие излишних таможенных барьеров и реализация взаимовыгодного партнерства позволит железнодорожному транспорту стать в ближайшие годы поставщиком конкурентоспособных транспортных услуг на Евразийском континенте.

«Наши планы нацелены на поддержку и расширение технических ресурсов железнодорожного транспорта, проведение масштабных работ по техническому оснащению и модернизации железных дорог. В ближайшей перспективе нам необходимо продолжить работу по совершенствованию эксплуатации парка подвижного состава, завершить работу по созданию вагонов нового поколения повышенной надежности и экономичности», — отметил в своем выступлении на Форуме Содружества В.И. Якунин.

Он также добавил, что железнодорожным администрациям необходимо не только эффективно использовать и развивать инфраструктуру, но и ориентировать технологии на всемерное удовлетворение потребностей клиентов. Примером такой работы может стать запуск Российскими железными дорогами высокоскоростного пассажирского сообщения по маршруту Санкт-Петербург — Москва — Нижний Новгород и Санкт-Петербург — Калининск. На Узбекских железных дорогах в августе 2011 г. осуществлен запуск высокоскоростного железнодорожного сообщения Ташкент — Самарканд.

В ближайшей перспективе Совету по железнодорожному транспорту предстоит работать над реализацией новых задач, обеспечивая потребности в железнодорожных перевозках пассажиров и грузов в международном сообщении. Однако, как отмечалось на заседании Совета, уже сделано и делается немало. Так, благодаря слаженной работе, в 2011 г.

железным дорогам государства-участников Содружества удалось достичь уровня перевозок 1992 г. Тогда грузооборот составлял почти 2,6 млрд. т·км, но появились новые границы и общая состояние экономики государства привело к снижению грузооборота к 1998 г. до минимального уровня — 1,4 млрд. т·км. Затем начался постепенный устойчивый рост грузооборота.

Несмотря на влияние экономического кризиса 2008 г., выполнение грузооборота на сети железных дорог Совета по итогам 2011 г. составило 2,7 млрд. т·км. В 2011 г. на сети железных дорог государства-участников соглашения о совместном использовании грузовых вагонов и контейнеров перевезено 2,087 млрд. т грузов, что на 4 % больше, чем в предыдущий год. Перевозки грузов в международном сообщении увеличились относительно уровня 2010 г. на 10,9 % и составили 17,3 % от общих объемов перевозок.

В I квартале 2012 г. на сети железных дорог государства-участников соглашения о совместном использовании грузовых вагонов и контейнеров перевезено 609,3 млн. т грузов, что выше уровня аналогичного периода 2011 г. на 2,1 %. Рост продемонстрировали железнодорожные администрации Армении (+12,8 %), Беларуси (+9,6 %), Казахстана (+5,4 %), России (+2,9 %) и Латвии (+23 %).

Анализ выполнения перевозок в I квартале 2012 г. выявил тенденцию изменения соотношений роста перевозок во внутреннем и международном сообщении. Так, если в 2011 г. относительный рост объема перевозок во внутреннем сообщении превышал рост перевозок в международном сообщении, то в I квартале 2012 г. перевозки во внутреннем сообщении увеличились на 0,8 %, а в международном сообщении — на 6,2 % и составили 18,5 % от общего объема среднесуточной погрузки грузов.

Среднесуточная погрузка контейнеров в I квартале 2012 г. составила 4262 единицы, в том числе 3365 единиц крупнотоннажных контейнеров. По сравнению с аналогичным периодом 2011 г. увеличение погрузки крупнотоннажных контейнеров составило 8,6 % при сохранении общих объемов погрузки всех контейнеров на том же уровне.

«Показатели нашей деятельности в полной мере отражают тенденции социально-экономического развития отдельных отраслей экономики, формирующей соответствующую грузовую базу. Нам необходимо и дальше работать над повышением качества грузовых перевозок и их эффективности для грузоотправителей, над оптимизацией перевозочного процесса. Важно, что эту оптимизацию мы проводим в условиях реформирования железнодорожного транспорта», — отметил в своем выступлении В.И. Якунин.

Важнейшее развитие получило в последние время двустороннее сотрудничество ОАО «РЖД» с железнодорожными администрациями ряда стран Содружества и, в частности, с Беларусью, Украиной, Латвией, Эстонией и другими странами. Так, в прошлом году с ОАО «Латвийская железная дорога» организовано курсирование контейнерного поезда «Рижский экспресс» из порта Рига до станции Москва-Тверская-Октябрьская с оказанием полного комплекса сервисных услуг. Функционирование «Рижского экспресса» на постоянной основе было обеспечено главным образом за счет переклещивания грузопотока с автомобильного на железнодорожный транспорт. С латвийскими коллегами прорабатывается также вопрос об организации ускоренного пассажирского сообщения Москва — Рига.

Старт проекта ускоренных поездов в международном сообщении был положен несколько лет назад, когда ОАО «РЖД» совместно с коллегами из Беларуси и Украины осуществили согласованные мероприятия, позволившие на несколько часов сократить время хода пассажирских поездов между Москвой и Минском, Москвой и Киевом. В настоящее время при следовании пассажиров по киевскому направлению в поезде № 1/2 потрещенный и таможенный контроль на обеих территориях проводится в движении поезда, что позволяет начать практические без остановок следовать через российско-украинскую государственную границу.

С Литовскими железными дорогами тоже рассматриваются возможности ускорения движения пассажирских поездов в сообщении с Калининградской областью по территории Литвы.

Усилиями трех железных дорог — Литвы, Беларуси и России решены вопросы организации контейнерного поезда «Маршрутный» по маршруту Клайпеда — Москва. Опытная перевозка

Железнодорожные администрации	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Азербайджана	2079,1	2079,1	2079,3
Армении	725,6	725,6	707,4
Беларуси	5511,3	5502,6	5502,6
Казахстана	14202,1	14184,1	14319,4
Киргизии	417,2	417,2	417,2
Молдавии	1157,1	1156,9	1156,9
России	85281,1	85292,0	85167,0
Таджикистана	616,0	620,7	620,7
Туркменистана	3110,1	3204,4	3536,0
Узбекистана	4229,6	4227,2	4258,4
Украины	21678,5	21705,2	21665,4
Грузии	1566,4	1566,4	1566,4
Латвии	1884,2	1896,9	1864,7
Литвы	1767,6	1767,6	1767,6
Эстонии	1021,0	1011,0	1016,0

контейнеров осуществлена в марте 2012 г. С Белорусской железной дорогой в настоящее время рассматривается перспектива организации скоростного движения пассажирских поездов в сообщении Москва — Минск — Варшава — Берлин.

В июне 2011 г. ОАО «Федеральная пассажирская компания» заключило контракт с компанией «Patentes Talgo S.L.» на разработку и поставку пассажирских составов, оборудованных системой автоматического изменения ширины колеи и пассивного наклона кузова в кривых участках пути. Устройство изменения ширины колеи планируется установить на станции Брест.

Уже несколько лет на двусторонней основе ведется работа по электронному обмену данными в объеме накладной СМГС между компанией ОАО «РЖД» и железными дорогами Финляндии, Латвии, Литвы, Эстонии, Беларуси, Украины, Казахстана и Узбекистана. Наибольших успехов достигнуто в сотрудничестве с белорусскими коллегами — уже решаются вопросы внедрения электронной подписи.

Также в 2011 г. вступил в силу межправительственный протокол между Россией и Казахстаном о взаимной передаче в собственность транзитных участков железных дорог, проходящих по территории одного государства, но находившихся в управлении другого, и наоборот. Ведется урегулирование вопросов взаимодействия и взаиморасчетов за работу локомотивов и локомотивных бригад при обслуживании поездов на сопредельных территориях между российскими и казахстанскими железными дорогами.

Сегодня в условиях формирования новой модели рынка грузовых перевозок, динамичного роста числа собственников подвижного состава задача эффективного управления вагонными парками приобрела исключительную актуальность. Для обеспечения согласованного и эффективного взаимодействия железнодорожных администраций в новых условиях была разработана и утверждена в октябре 2010 г. в Вильнюсе на 53-м заседании Совета Содружества Концепция единой системы управления и использования парка грузовых вагонов различных форм собственности (ЕСУПГВ). Концепция предусматривает взаимовыгодное использование подвижного состава различных форм собственности.

Идеология ЕСУПГВ — это создание технологических, технических, финансовых и правовых условий, а также системы управления парком вагонов независимо от их принадлежности на «пространстве 1520» для эффективного использования грузового вагона и сокращения транспортных издержек для грузоотправителей.

Практически ЕСУПГВ представляет собой «третий парк» грузовых вагонов наряду с «собственным» и «инвентарным». «Третий парк» сочетает в себе положительные элементы технологического управления «инвентарным», разработанные и реализованные в рамках Совета по железнодорожному транспорту, и рыночные условия по формированию вагонной составляющей, т.е. платы за пользование вагонами.

Одной из основных задач Совета по железнодорожному транспорту государств-участников СНГ является сохранение и развитие единого информационного пространства сети железных дорог колеи 1520 мм.

В этом году Комиссия специалистов по информатизации железнодорожного транспорта, созданная решением 15-го заседания Совета в 1996 г. провела свое юбилейное 50-е заседание, на котором подведены итоги деятельности за прошед-

ший период и определены задачи по дальнейшему развитию информационных технологий на железнодорожном транспорте. Данная Комиссия координирует работу по развитию информационно-вычислительной сети железных дорог, разработку информационного, технологического, программного и технического обеспечения автоматизированных систем межгосударственного уровня. Информатизация железнодорожного транспорта осуществляется на основе современных программно-технических средств и международных стандартов, что особенно важно при организации межсистемного взаимодействия автоматизированных систем национального уровня.

Наиболее успешные проекты, реализованные Советом за прошедшие годы:

- ♦ создание информационной базы данных межгосударственного уровня (ИБМУ), которая позволяет решать многие задачи межгосударственных перевозок и эксплуатации вагонного парка;

- ♦ информационно-вычислительная сеть межгосударственного уровня (ИВС «Инфосеть-21»), которая позволяет железнодорожным администрациям осуществлять информационный обмен с ИБМУ, между собой и является самой мощной и технологически развитой единой сетью передачи данных стран СНГ, Грузии, Латвии, Литвы, Эстонии;

- ♦ автоматизированная система управления пассажирскими перевозками «Экспресс», которая функционирует на железных дорогах большинства стран СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии и позволяет решать многие задачи пассажирских перевозок межгосударственного уровня;

- ♦ WEB-сайт Совета, который является визитной карточкой Совета;

- ♦ WEB-портал Совета, который позволяет выполнять функции предоставления оперативной отчетности о работе железнодорожных администраций, электронного хранилища документов Совета (ЭХД ЖА).

Нынешний 2012 г. объявлен в СНГ годом информатизации и связи. В настоящее время в Исполкоме СНГ обсуждаются проекты Стратегии сотрудничества государств — участников СНГ в построении и развитии информационного общества на период до 2015 г. и Плана действий по ее реализации. Много из того, что предусматривается в проекте Стратегии, в рамках Совета уже реализовано.

К заседанию 56-го Совета для обеспечения летних пассажирских перевозок был разработан новый график движения пассажирских поездов в сообщении между странами СНГ, Грузии, Латвии, Литвы, Эстонии на 2012/2013 гг. Он был утвержден всеми членами Совета. Графиком предусмотрено обращение 243 пар дальних пассажирских поездов международного сообщения, 62 пар поездов на моторвагонной тяге и 308 маршрутов прицепных и беспересадочных пассажирских вагонов, в том числе 59 маршрутов почтово-багажных вагонов.

В процессе разработки графика уделялось особое внимание повышению маршрутной скорости следования поездов, улучшению использования составов и пропускной способности линий, а также удобства пассажиров по времени отправления с конечных пунктов формирования и оборота составов.

Количество пассажирских поездов международного сообщения для нового графика движения определено на основе данных о фактических перевозках в истекшем году и населенности обращающихся пассажирских поездов, а также определены сообщения, на которых возникали трудности с обеспечением массовых перевозок пассажиров.

В результате в новом графике движения на направлениях, где выявлено увеличение пассажиропотока, дополнительно назначено 15 международных пассажирских поездов, а также изменен и продлен маршрут следования семи поездов.

На направлениях, где мощность пассажиропотока недостаточна для назначения прямых поездов, предусмотрено курсирование 420 прицепных и беспересадочных вагонов в 224 маршрутах международного сообщения.

Наряду с этим, в связи с ростом грузопотока увеличены размеры движения по межгосударственным стыковым пунктам: Красное, Терюха, Гудогай, Орск — Новый Город и Садахло, уменьшены — Езерище, Кучурган, Ларга, Мамалыга и Окница. Согласованы также длины грузовых поездов по межгосударственным стыковым пунктам. В графике движения предусматриваются нитки для грузовых поездов с повышенным весом и увеличенной длиной. Внесены изменения в направления вагонопотоков

по межгосударственным стыковым пунктам. Принято решение продлить действующий план формирования вагонов с контейнерами на 2012/2013 гг. с внесением отдельных согласованных дополнений и изменений.

Также согласованы Перечни международных контейнерных, контейнерных и ускоренных грузовых поездов, в соответствии с которыми в графике движения на 2012/2013 гг. предусматривается курсирование 41 пары специализированных поездов.

Для объединения усилий железнодорожных администраций по своевременному и эффективному выполнению стоящих перед железнодорожным транспортом задач решением 49-го заседания Совета по железнодорожному транспорту государств — участников Содружества, которое состоялось 20 — 21 ноября 2008 г. в Киеве, была создана Комиссия Совета по железнодорожному транспорту государств — участников Содружества по вопросам реформирования и структурных преобразований.

Основными задачами Комиссии являются:

- обеспечение взаимодействия железнодорожных администраций по своевременному и эффективному решению вопросов, стоящих перед железнодорожным транспортом в условиях проводимого реформирования;

- изучение проводимых реформ железнодорожного транспорта, используемых моделей его реформирования, анализ результатов, подготовка рекомендаций и предложений;

- определение принципов взаимодействия новых участников перевозочного процесса в транспортном пространстве государств, участвующих в работе Совета;

- выработка предложений, направленных на повышение конкурентоспособности железнодорожных перевозок.

Важнейшим направлением работы Комиссии является анализ опыта реформирования пассажирского комплекса в странах СНГ. Данным вопросом занимается специально созданная в рамках Комиссии рабочая группа, которая регулярно рассматривает опыт реформирования пассажирского комплекса и осуществляет подготовку на его основе предложений по механизму взаимодействия в межгосударственном сообщении.

Железнодорожные администрации государств-участников Содружества подготовили единые рекомендации по вопросам реформирования железнодорожного транспорта участников, входящих в Совет. На «круглом столе», состоявшемся в рамках заседания Совета, участники обменялись опытом и изучили лучшие практики реформирования железнодорожного транспорта на постсоветском пространстве. В ходе «круглого стола» были обсуждены такие краеугольные вопросы, как разделение административной и хозяйственной деятельности, грузового и пассажирского комплекса, формирования рынка перевозок, оперирования и ремонта подвижного состава.

О реформировании железнодорожного транспорта в России рассказал старший вице-президент ОАО «РЖД» В.И. Решетников. По его словам, за время реформы с 2004 г. было создано 85 дочерних обществ ОАО «РЖД», на долю которых сегодня приходится около 30 % оборота и 15 % всех активов Холдинга. Наиболее значимые преобразования были связаны с пассажирским комплексом. Было создано ОАО «Федеральная пассажирская компания», обеспечивающее железнодорожные перевозки пассажиров в дальнем следовании, а также образовано совместно с субъектами РФ 26 пригородных пассажирских компаний.

Одним из наиболее важных, в ходе реформы, стал вопрос целесообразности отделения инфраструктуры от перевозочной деятельности, который предполагает вывод в конкурентный сектор локомотивную тягу. Валерий Ильич отметил, что в России, как и в других странах, был проведен детальный анализ последствий возможного отделения инфраструктуры от перевозочной деятельности. По оценкам российских специалистов, этот шаг привел бы к росту операционных издержек и росту конечного тарифа на перевозку на 25 — 30 %. Но грузоотправители и государственные регуляторы оказались к этому не готовы. В результате рассмотрение данного вопроса было отложено до 2015 г.

С другой стороны, в России успешно создан конкурентный рынок оперирования подвижным составом, в результате которого перевозчик в лице ОАО «РЖД» освободился от грузовых вагонов, а на обновление парка были направлены частные инвестиции. В результате реформы число собственников подвижного состава приблизилось к двум тысячам. Однако сейчас, по словам В.И. Решетникова, на рынке наблюдается процесс консолидации участников рынка.

Среднесписочная численность работников, занятых в основной деятельности, чел.

Железнодорожные администрации	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Азербайджана	25414	24190	23519
Армении	4108	4122	3710
Беларуси	77073	77803	78215
Казахстана	81113	79918	78600
Киргизии	5381	5488	5462
Молдавии	9488	9863	10420
России	1031800	936100	917300
Таджикистана	6497	5931	5789
Туркменистана	18701	19077	19599
Узбекистана	38710	39089	39806
Украины	351322	343160	339289
Грузии	15116	14502	13567
Латвии	12215	11958	11665
Литвы	10141	10226	10347
Эстонии	2423	2309	2579

Наряду с этим, по словам старшего вице-президента, в числе приоритетов государственной политики в области железнодорожного транспорта — совершенствование тарифной системы. Продажа пакетов акций дочерних обществ ОАО «РЖД» в последние годы стала по существу заменой инфраструктурной составляющей в тарифе. Средства, вырученные за счет продажи непрофильных активов, во многом позволили финансировать инвестиционные проекты, необходимые для деятельности Компании.

По итогам «круглого стола» были подготовлены рекомендации по реформированию железнодорожного транспорта государств-участников Содружества. Представители железнодорожных администраций высказали свои предложения в проект документа и выразили готовность следовать изложенным рекомендациям.

В результате реформирования транспортной отрасли в странах СНГ и Европейского Союза, участвующих в работе Совета, прослеживается устойчивая тенденция снижения государственного воздействия на железнодорожный транспорт и увеличения частного сектора. Реформирование железнодорожного транспорта направлено на формирование равных условий для всех субъектов рынка по взаимодействию с участниками перевозочного процесса, развитие конкуренции, гибкой и прозрачной политики формирования тарифов на услуги перевозки грузов и пассажиров.

В целом страны, проводящие или уже завершившие реформу железнодорожного транспорта как на «пространстве 1520», так и в других железнодорожных системах, рассматривают структурную реформу как неотъемлемый и исключительно важный элемент перестройки национальной экономики и интеграции стран в мировую экономическую систему.

Главным документом, формирующим основу для дальнейшего технического и технологического развития железнодорожного транспорта, является разработанная Советом Концепция стратегического развития железнодорожного транспорта государств-участников Содружества до 2020 г., которая была утверждена решением Совета глав правительств СНГ 18 октября 2011 г. В результате совместной работы железнодорожных администраций создана нормативная правовая база, разработаны необходимые нормативные технологические документы для работы железнодорожного транспорта в межгосударственном сообщении, сохранена единая технология организации перевозочного процесса на межгосударственном уровне.

По оценке Исполкома СНГ, Совет по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества является одним из наиболее эффективно работающих интеграционных органов СНГ. За прошедшие 20 лет Совет накопил огромный опыт управления эксплуатационной работой железных дорог самостоятельных государств. Сегодня действует единый график движения поездов и план формирования, проводятся расчеты за выполненные перевозки грузов и пассажиров в международном сообщении, совершенствуется тарифная политика, внедряются новые информационные системы, развивается нормативная правовая база взаимодействия железных дорог. Все это способствует внедрению единой технологии работы железнодорожного транспорта на многосторонней основе.

Ю.А. ЖИТЕНЁВ,
спец. корр. журнала,
г. Москва

ЛОКОМОТИВАМ —

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ

Предлагает ОАО «Электровыпрямитель»



Г.Ю. КАМЕНЦЕВ,
генеральный директор
ОАО «Электровыпрямитель»

Перевозки грузов и пассажиров должны быть высокорентабельными и безопасными, что обеспечивается современной транспортной техникой на основе приборов силовой электроники. Основное назначение силовых полупроводниковых приборов (СПП) — это преобразование электрической энергии для обеспечения ее эффективного использования. СПП широко применяются в энергетике, электротехнике и автоматике.

ОАО «Электровыпрямитель» — динамично развивающаяся российская электротехническая компания с богатым опытом в области разработки и производства силовой полупроводниковой техники для железнодорожного транспорта России. Сегодня «Электровыпрямитель» имеет в своем составе головной завод СПП и преобразователей, дочерний завод по производству специальных преобразователей и два научно-инженерных центра (по разработке полупроводниковых приборов и преобразовательной техники).

Сотни тысяч СПП и тысячи преобразователей нашего предприятия более 40 лет успешно эксплуатируются в выпрямительно-инверторных преобразователях магистральных электровозов, выпрямителях различного назначения для тепловозов, путевых машин и карьерных электровозов, в системах электроснабжения вагонов, выпрямителях тяговых подстанций электрифицированных железных дорог, вспомогательных приводах локомотивов и др.

За все годы существования предприятия были разработаны и внедрены в производство несколько поколений силовых полупроводниковых приборов, многие из которых, многократно превысив допустимые сроки службы, успешно работают и сегодня на транспорте, во всех отраслях промышленности, в электроэнергетике и военной технике. Высокий технический потенциал специалистов завода и наличие крупного полупроводникового производства, в состав которого входят три специализированных, а также один сборочный и вспомогательные цехи, позволяют ОАО «Электровыпрямитель» активно проводить новые разработки СПП и за счет этого расширять ассортимент выпускаемой продукции (рис. 1), ориентируясь на потребности рынка и мировое развитие полупроводниковой техники.

В номенклатуре завода сегодня свыше 1000 типов СПП на токи от 10 до 10000 А и напряжению от 200 до 10000 В: диоды, тиристоры, симисторы, беспотенциальные модули на их основе, биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT), высокоэффективные охладители, при-

жимные устройства и теплопроводящие изоляционные элементы, силовые сборки, выполненные по стандартным силовым схемам и по техническим требованиям заказчиков, в том числе с драйверами управления, элементами диагностики и защиты. В числе заказчиков СПП для нужд железных дорог — предприятия ОАО «РЖД», стран СНГ, Италии, Индии и Румынии.

ОАО «Электровыпрямитель» традиционно выпускает выпрямители и преобразователи для электровозов. В 1970-х годах ОАО «Электровыпрямитель» совместно с ВЭЛНИИ и ВНИИЖТ разработал и освоил серийное производство тиристорных выпрямительно-инверторных преобразователей серии ВИП. Преобразователи предназначены для выпрямления однофазного переменного тока частотой 50 Гц в постоянный для питания тяговых двигателей постоянного тока в режиме тяги и преобразования постоянного тока в однофазный переменный ток частотой 50 Гц в режиме рекуперативного торможения электровоза.

Применение преобразователей ВИП обеспечивает плавное бесконтактное регулирование скорости тяговых двигателей и рекуперацию энергии торможения электровозов с возвратом в контактную сеть до 15 % потребляемой электроэнергии, увеличение силы тяги электровоза на 10 %. Специально для комплектации силовой части преобразователей ВИП было освоено серийное производство мощных высоковольтных тиристоров Т853-800 (рис. 2). Их отличие от ранее применявшихся в ВИП тиристоров Т353-800 — улучшенные нагрузочные характеристики по току и напряжению, а также повышенная стабильность и надежность при эксплуатации. Параметры помехоустойчивости (неотпирающий ток $I_{GD} = 30$ мА, неотпирающее напряжение $V_{GD} = 0,65$ В) тиристоров Т853-800 значительно лучше по сравнению с аналогичными тиристорами ряда ведущих зарубежных фирм ($I_{GD} = 10$ мА, $V_{GD} = 0,25$ В).

Благодаря постоянному совершенствованию конструкции и технологии изготовления тиристоров, а также введению дополнительных испытаний и диагностирования приборов интенсивность отказов λ тиристоров данного типа составляет менее 4×10^{-8} час⁻¹. Этот показатель говорит о том, что технический уровень тиристоров по основным параметрам и эксплуатационной надежности не уступает лучшим мировым аналогам. Реальный срок службы тиристоров составляет более 30 лет. Большое значение в поддержании



Рис. 1. Силовые полупроводниковые приборы производства ОАО «Электровыпрямитель»

высокого качества силовых полупроводниковых приборов и преобразователей на их основе оказывает действующая на заводе система менеджмента качества, сертифицированная по стандартам ГОСТ Р ИСО 9001—2008 (ISO 9001:2008), для железнодорожного транспорта РФ — по НБ ЖТ ЦЛ-ЦТ 139—2003 и для оборонного заказа — по ГОСТ РВ 15.002—2003 (РД В 319.015—2006).

В настоящее время тиристорами Т853-800 комплектуются преобразователи ВИП-5600, ВИП-4000М, ВИП-4000 для тягового привода магистральных электропоездов ВЛ65, ЭП1, ВЛ85, 2ЭС5К, Э5К, электропоездов переменного тока ЭД9Т, силовые преобразовательные установки — для электропоездов переменного тока ЭП200, многоканальные преобразователи — для электропоездов ВЛ80, преобразователи — для питания асинхронных тяговых двигателей тепловозов ТЭМ21.

Кроме упомянутых выше приборов, для тяговых преобразователей нового поколения разработан более мощный тиристор типа Т263-1000 (рис. 3), получивший Золотую медаль за высокие показатели качества на международной выставке «Электро-2008». Разветвленная топология управления четырехслойной структурой с внутренним усилением сигнала управления и эффективная шунтировка катодного эмиттера обеспечивают быстрое и однородное включение прибора, длительную эксплуатацию в режиме высоких скоростей коммутации анодного тока и напряжений. Также специально разработан и новый более эффективный охладитель О453.

Габаритные размеры этого тиристора в сборе с охладителем идентичны габаритным размерам тиристора Т853-800 в сборе с охладителем О353, которыми комплектуются преобразователи ВИП. Использование нового прибора позволяет увеличить выходной ток преобразователя ВИП-5600 на 25... 30 % без увеличения его габаритных размеров или разработать малогабаритный вариант такой же мощности, как и у выпускаемого преобразователя ВИП-5600. Имеется положительный опыт эксплуатации нового прибора в усовершенствованных преобразователях электропоезда ВЛ80С.

Высоковольтные лавинные диоды на токи до 2000 А, напряжение до 6000 В успешно применяются для питания двигателей электропоездов ВЛ80С, ВЛ80К, ВЛ60К, для питания тяговых электродвигателей постоянного тока моторвагонных секций электропоездов переменного тока ЭР9Т и ЭД9Т, в преобразователях тепловозов ТЭП70, в преобразователях тяговых подстанций железных дорог.

Тиристоры Т143-800 надежно работают в выпрямителе М-ТПП-3000, предназначенном для преобразования нестабильного по величине и частоте трехфазного переменного на-

пряжения дизель-генератора в шесть независимо регулируемых постоянных напряжений для раздельного питания тяговых электродвигателей постоянного тока тепловоза 2ТЭ116.

Также данные тиристоры планируется применять в модернизированных преобразователях ВИП2-2200М взамен выпускавшихся ранее тиристоров Т2-320. При совместном участии с ЗАО «Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги» были выполнены расчеты, которые подтверждают возможность уменьшения параллельных тиристорных ветвей в плече преобразователя ВИП2-2200М за счет использования тиристоров Т143-800. Это решение позволяет снизить массогабаритные показатели преобразователя при увеличении надежности его работы.

ОАО «Электровыпрямитель» выпускает большую линейку диодно-тиристорных модулей с изолированным основанием на токи от 40 до 1250 А, рабочим напряжением до 4400 В. Напряжение изоляции между выводами модуля и основанием составляет от 2500 до 9500 В. Модули выполнены по технологии прижимного контакта, что обеспечивает им высокую энерготермоциклическую, надежную работу в тяжелых климатических условиях, в режимах больших токовых нагрузок и перегрузок, которые имеют место при эксплуатации электроподвижного состава.

Конструкция модулей с прижимными контактами позволяет реализовать различные варианты силовых схем с использованием всех видов выпускаемых СПП. Так, к примеру, модули М1Т-400, М1Т-630, М1Д-400 комплектуют силовую часть преобразовательного комплекса М-ОМП-3500, предназначенного для питания тяговых двигателей постоянного тока в режиме тяги, и асинхронных двигателей вентиляторов, компрессоров и маслоснабоса магистрального электропоезда переменного тока ВЛ40П.

ОАО «Электровыпрямитель» выпускает уникальные диодные модули на ток 2 А и напряжение 50 кВ. Модули выполнены в оригинальной конструкции, защищенной патентом РФ, в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 18083×28 мм. Теп-



Рис. 2. Тиристор Т853-800

ло от полупроводниковых элементов отводится через изолирующие теплопроводящие металлокерамические пластины, что позволяет увеличить средний ток в несколько раз по сравнению с аналогами. При принудительном воздушном охлаждении предельно допустимая величина прямого тока может быть увеличена в 2 — 3 раза. Характеристики диодных модулей оптимизированы для применения в низкочастотных и импульсных схемах. С помощью данной конструкции можно реализовать более сложные силовые схемы (полумосты, одно- и трехфазные выпрямители).

Первоначальное назначение данных модулей — развязка вспомогательных цепей в высоковольтных источниках питания лазеров, рентгеновского оборудования, другой электрофизической, измерительной и медицинской аппаратуре. Сегодня эти изделия нашли широкое применение в электрооборудовании железных дорог — устройствах фидерной автоматики контактной сети постоянного тока и микроэлектронной защиты фидеров контактной сети переменного тока систем 25 кВ и 2×25 кВ, которые устанавливаются на тяговых подстанциях и постах секционирования. В рамках проводимого Некоммерческим партнерством «Объединение производителей железнодорожной техники» в 2011 г. конкурса лучших инновационных разработок предприятий железнодорожного машиностроения высоковольтный диодный модуль СД-2-50 (рис. 4) был награжден дипломом за III место в номинации «Элементы инфраструктуры».

Совершенствование преобразовательной техники характеризуется развитием приборов силовой электроники и современной техники уп-



Рис. 3. Тиристор и полупроводниковый элемент Т263-1000



Рис. 4. Высоковольтный диодный модуль CD-2-50

правления. Это сделало возможным переход с приводов постоянного тока на трехфазный привод для питания асинхронных двигателей. Преобразователь по-прежнему является главным элементом тягового привода.

Основной упор во всем мире делается на внедрение IGBT-техники, которая сегодня определяет развитие скоростного электрифицированного транспорта. Для ОАО «Электровыпрямитель» разработка и производство силовых модулей на основе биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) является одним из приоритетных направлений развития. За последние 10 лет предприятием разработано и освоено производство около 200 типов IGBT-модулей на токи от 25 до 4800 А, напряжение от 600 до 6500 В.

Эксплуатация IGBT-модулей в тяговом приводе накладывает дополнительные требования сверх стандартных промышленных применений. В первую очередь необходимо обеспечить рабочие напряжения 3300, 6500 В и, соответственно, токи 1200, 600 А. В соответствии с требованиями РЖД приборы должны иметь напряжение изоляции между силовыми выводами и основанием не менее 13 кВ. В ОАО «Электровыпрямитель» освоено производство таких IGBT-модулей (рис. 5) в трех типах корпуса: 62×107×58 мм, 190×140×51 мм и 130×140×51 мм. Они используются в высоковольтных блоках многоканальных преобразователей частоты собственного изготовления для бортового питания магистральных электропоездов постоянного тока, электропоездов и в тяговом приводе.

В процессе работы над этими приборами разработаны и запатентованы оригинальные технические решения, которые позволяют выпускать IGBT-модули в конструкциях с напряжением изоляции до 20 кВ. Подобные силовые модули решают проблему преобразования напряжения контактной сети 3000 В в стабильное напряжение бортового питания электропоездов независимо от всех возможных колебаний и перенапряжений в тяго-

вых сетях. Эта разработка открывает большие возможности для внедрения в отечественный электрифицированный транспорт современного, компактного и надежного оборудования для питания локомотивов и тягового привода.

Отличительными особенностями «транспортных» IGBT-модулей также являются:

- ➔ повышенная устойчивость к температурным циклам (не менее 100 тыс. циклов при $\Delta T_j = 70$ °C);
- ➔ применение в качестве теплоотводов металломатричного композиционного материала AlSiC;
- ➔ применение теплопроводящих изолирующих металлокерамических плат на основе нитрида алюминия AlN;
- ➔ дополнительная защита сварных соединений;
- ➔ уменьшенные статические и динамические потери;
- ➔ допустимый диапазон температур при эксплуатации $-60... +50$ °C и др.

Обеспечение надежной работы всех типов IGBT-модулей является главной задачей ОАО «Электровыпрямитель». На предприятии внедрены технологические процессы, гарантирующие высокое качество сборки и стабильность параметров выпускаемых приборов. Особое внимание уделяется техпроцессам пайки и ультразвуковой сварки, так как, в первую очередь, именно они определяют качество и надежность IGBT-модулей.

При сборке модулей используется технология вакуумной пайки, реализованная на печах фирмы PINK (Германия), которая исключает окисление поверхностей и предотвращает появление пустот в паяных соединениях. Проводится 100%-ный контроль паяных соединений с помощью специализированного рентгеновского оборудования фирмы «Feinfocus» (Германия). Качество ультразвуковой сварки алюминиевых выводов удалось значительно улучшить, полностью автоматизировав данный процесс на основе высокопроизводительных автоматических установок фирмы «Orthodyne Electronics» (США). Измерение ста-

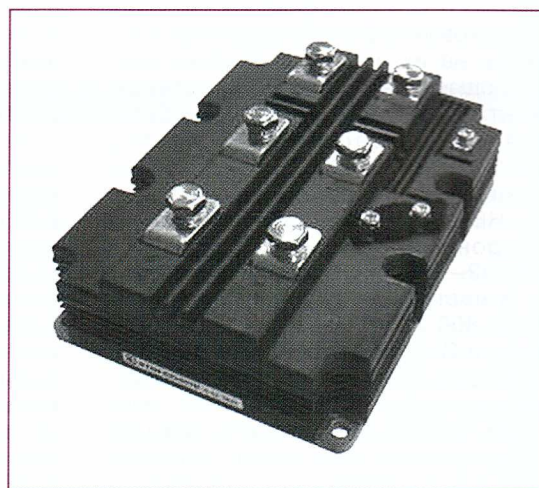


Рис. 5. IGBT-модули с напряжением изоляции 13 кВ

тических и динамических параметров, а также испытания на воздействие токов короткого замыкания проводятся на отечественном оборудовании и оборудовании фирмы LEMSYS (Швейцария).

Для обеспечения высокого качества силовых полупроводниковых приборов на нашем предприятии действует двухступенчатый контроль качества силовых полупроводниковых приборов и сборок, который проводится контролерами ОТК совместно с представителем ОАО «РЖД»:

I ступень — это 100%-ный контроль всех важнейших параметров силовых полупроводниковых приборов при нормальной и повышенных температурах;

II ступень — контроль основных параметров и диагностика сборок СПП с охладителями перед комплектацией их в преобразователи.

Кроме того, приборы и сборки периодически подвергаются надежностным испытаниям, включающим в себя и проверки параметров приборов при низких температурах (-60 °C), устойчивости приборов ко всем климатическим и механическим воздействиям по нормам подвижного состава, длительные испытания под нагрузкой током и напряжением и др.

Для тяговых преобразователей РЖД, где используются групповые соединения СПП, производятся дополнительные испытания и специальный подбор приборов в группы по статическим и динамическим параметрам, учитывающим работу преобразователей как в номинальном режиме, так и режимах перегрузок. Такой уровень контроля гарантирует надежную работу приборов ОАО «Электровыпрямитель» на железнодорожном транспорте.

Кроме контроля представителя ОАО «РЖД», производство полупроводниковых приборов в ОАО «Электровыпрямитель» подвергается всестороннему контролю постоянно действующей на предприятии инспекцией Военного представительства, что также положительно влияет на надежность приборов, эксплуатирующихся на объектах ОАО «РЖД». ■



РАБОТА ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ: МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ

Современные тенденции развития железнодорожного транспорта связаны с усложнением конструкции тягового подвижного состава, высокой интенсивностью движения поездов и большой ценой каждого отказа оборудования локомотива.

Применяемые в настоящее время на локомотивах технические средства безопасности как самостоятельно, так и в различных сочетаниях друг с другом, призваны обеспечивать заданный уровень безопасности движения. Тем не менее, они в основном не объединены в единую систему и не удовлетворяют требованиям унификации. Это приводит, с одной стороны, к неполному решению задач по повышению безопасности движения поездов, а с другой — к избыточности этих средств, их удорожанию, усложнению технического обслуживания и, в конечном итоге, к снижению эффективности их применения.

Анализ существующих на локомотивах систем безопасности показывает, что некоторая избыточность технических средств не только увеличивает расходы на их установку и содержание, устройств безопасности, но и усложняет управление локомотивом, неизбежно снижает надежность, увеличивает психофизиологические нагрузки на машиниста и повышает его утомляемость.

Внедрение в эксплуатацию микропроцессорных приборов безопасности и устройств управления также влечет за собой ряд сложностей и проблем, решение которых зависит от тесного взаимодействия служб эксплуатации, ремонта и разработчиков. Кроме того, правильная и надежная эксплуатация новых приборов безопасности, повсеместное внедрение, доработка и улучшение их работы невозможны без предварительного обучения причастного персонала: локомотивных бригад, техников-расшифровщиков, машинистов-инструкторов, ремонтного персонала и всестороннего глубокого анализа их работы.

Чтобы комплексно решать возникающие вопросы, необходима организация постоянного, целевого контроля и диагностики состояния эксплуатации и обслуживания приборов безопасности, а также специальных исследований и измерений с целью сопоставления наличных данных с ожидаемыми результатами, отслеживание рабочих процессов по четко определенным показателям (мониторинга). Главной задачей при этом является обеспечение всех участников, связанных с эксплуатацией приборов безопасности, обратной связью, которая позволит вносить последовательные изменения в процесс организации безопасности движения.

Отслужившая свой срок релейная аппаратура локомотивной автоматической сигнализации заменяется комплексными локомотивными устройствами безопасности, разработанными на современной микропроцессорной базе. Это должно до минимума сократить возникновение ситуаций, при которых происходит снижение или потеря способности определенного функционального узла к выполнению предопределенных ему функций. Однако несмотря на проводимые модернизации по оснащению объектов железнодорожного транспорта современными техническими средствами и достаточный накопленный опыт, количество сбоев в работе устройств автоматической локомотивной сигнализации остается на достаточно высоком уровне.

Специалистами Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ) ОАО «РЖД» проводится учет и анализ нарушений, возникающих в работе локомотивных устройств безопасности, направленный на выявление проблем в эксплуатации этих приборов и неудовлетворительного расследования в локомотивных депо и службах локомотивного хозяйства дорог. По результатам этой

работы формируются предложения и рекомендации для принятия решений об организационных и технических мероприятиях, направленных на повышение надежности конструкции приборов и алгоритма их работы. Данные мероприятия касаются не только эксплуатирующих организаций, но и заводов-изготовителей, разработчиков приборов безопасности.

Устройства безопасности, которыми сегодня оборудованы локомотивы, в большей части не облегчают работу локомотивной бригаде, а только контролируют правильность управления поездом. Частые сбои АЛСН усложняют информационное обеспечение машиниста и приводят к вынужденному снижению скорости движения или к экстренному торможению. Это вызывает задержки поездов, перерасход электроэнергии и топлива, что влечет за собой существенные экономические потери. Сбои в работе устройств АЛСН ставят в тяжелое положение даже опытных машинистов и вынуждают отключать эти системы в ущерб безопасности движения поездов.

Мониторинг работы приборов безопасности позволяет анализировать полученные данные, наглядно представлять возникающие проблемы и вырабатывать предложения по прогнозированию и предупреждению потенциально опасных причин их появления. Для этой цели в ПКБ ЦТ специально организован целевой контроль состояния устройств безопасности.

На базе систематизации существующих источников информации (интероперабельное информационное обеспечение состояния устройств безопасности движения на сети дорог, специально разработанные отчетные формы, которые подлежат корректировке на основе информации и предложений, поступающих с линии в инициативном порядке или по соответствующим запросам) построен мониторинг эксплуатации и технического обслуживания устройств безопасности. Он представляет собой систему сбора, обработки, хранения и распространения информации о техническом состоянии эксплуатируемых систем и является важнейшей составляющей системы управления качеством ремонта и эксплуатации данных устройств.

Чтобы обеспечить соблюдение единого регламента работы, способствующего использованию наиболее рациональных технологических приемов и методов их выполнения, в основу мониторинга сбоев и отказов в работе устройств безопасности на сети дорог положены следующие принципы:

- организация работы на региональном и центральном уровнях;
- взаимосвязанная и совместная деятельность, способная объективно оценивать эффективность работы четырех блоков системы («разработчик», «изготовитель», «эксплуатация» и «ремонт»);
- иерархичное построение — подчинение «нижних» уровней «верхним»;
- органическая связь с системой оценки качества ремонта, эксплуатации, кадровой подготовки.

Формируемый на основе проводимого мониторинга анализ сбоев в работе устройств АЛС показывает, что процент оборудования подвижных единиц ОАО «РЖД» теми или иными устройствами безопасности прямо пропорционален количеству зафиксированных этими устройствами сбоев. Это подтверждает правильность восприятия кодового сигнала в чистом или искаженном виде с пути.

Здесь же необходимо обратить внимание на отнесенное на локомотивный комплекс количество случаев с нарушением сроков расследования, неустановленной причиной или неполной информацией о сбое, которые по существу являются некачественно расследованными и не

несут информации о причине произошедшего сбоя. По состоянию на сегодняшний день количество таких случаев составляет наибольший процент от всех сбоев, отнесенных за локомотивный комплекс.

Анализ работы приборов безопасности показывает, что причина роста доли нарушений, числящихся за локомотивным комплексом на протяжении последних двух лет, кроется не в качественных показателях работы технических средств, а в качестве и полноте проведения расследования их причин.

Технология расследования сбоев кодов АЛСН и их классификация являются одними из самых проблемных вопросов. Не вникая в суть дела, различные специалисты списывают отказы на прочие причины неисправности локомотивных устройств, необнаруженные причины сбоев. При этом отсутствует элементарное взаимодействие не только между ремонтом и эксплуатацией локомотивов, но и со смежными службами — участниками расследования причин возникновения нарушений. Не установив истинных факторов возникновения отказов, виновность локомотивного комплекса впоследствии объясняется некорректным отношением в результате автоматизированного расчета программными средствами.

При неоднократных сбоях на локомотиве приборов безопасности ряд руководителей депо на местах ограничиваются проверкой локомотивов на испытательных шлейфах, которые не только в оборотных, но и в основных депо зачастую не обеспечивают объективного обследования устройств АЛСН. Сама технология проверки и содержания шлейфов при реализации основных направлений модернизации подвижного состава, предусматривающая максимальное использование результатов научно-технического прогресса, является морально и технически устаревшей в принципе. Но эта тема заслуживает более полного обсуждения, подробности которого будут освещены в следующих номерах журнала.

Еще один аспект мониторинга — расшифровка полученных данных поездок. Если ее организация построена так, что имеется вероятность контроля системы передачи данных и если рабочие места расшифровщиков находятся в сети, то расшифровка картриджей КЛУБ-У лишена такой возможности, и в программу АСУ НБД попадают те данные, которые в нее вносят по результатам расшифровки. И это значительно снижает объективность мониторинга.

Подход к проблеме мониторинга эксплуатации приборов безопасности должен быть комплексным с возможностью получения всей необходимой информации по данному вопросу и аккумулярования ее в месте прове-

дения анализа (единая база данных с использованием единого сервера).

То, что специалисты ПКБ ЦТ рассчитывают получить в результате мониторинга, отличается от того, что получают сейчас. Всегда имеются скрытые факторы и действуют скрытые силы. При осуществлении мониторинга приборов безопасности важным фактором являются комиссионные проверки региональных дирекций по соблюдению технологии обслуживания и эксплуатации приборов безопасности. При этом наиболее эффективные результаты они приносят при охвате не более четырех регионов за год.

Поэтому график проверок должен быть заранее утвержденным, проверки осуществляться на основе оперативных данных мониторинга и необходимо предусмотреть проверки эффективности принимаемых мер по устранению выявленных причин отказов в процессе эксплуатации приборов безопасности.

Кроме того, следует отметить, что еще недостаточно объединены усилия разработчиков и поставщиков в части проведения авторского надзора за эксплуатацией приборов безопасности как с точки зрения совместных выездов, так и предоставления информации заинтересованным организациям по результатам авторских проверок.

Очень важное место при проведении мониторинга занимает информация ремонтных подразделений дорог и разработчиков-изготовителей о выходе из строя составных частей приборов безопасности вплоть до комплектующих элементов, причинах выхода из строя и необходимых мер для устранения причин.

На этих принципах в ПКБ ЦТ вновь разрабатывается построение анализа работы системы управления тормозами поездов повышенного веса и длины (СУТП). СУТП позволяет повысить качество управления автоматическими тормозами, сократить тормозной путь, обеспечить синхронное и асинхронное управление началом торможения в голове и хвосте поезда с использованием радиоканала.

Соответственно, степень безопасности при вождении поездов повышенного веса и длины с локомотивами в составе зависит от надежности радиосвязи, а также от ряда субъективных факторов. Следовательно, необходима достоверная и отлаженная система мониторинга, построенная на обобщении совокупных информативных потоков, позволяющая своевременно выявлять слабые места, предупреждать и исключать наступление возможных отказов системы, тем самым обеспечив положительную динамику эталонных показателей Компании.

По материалам ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»



НОВОСТИ «ТРАНСМАШХОЛДИНГА»

Коломенский завод передал заказчикам 150-й электровоз ЭП2К

Коломенский завод (Московская область, входит в состав ЗАО «Трансмашхолдинг») передал в депо Санкт-Петербург-Пассажирский-Московский Октябрьской дороги пассажирский электровоз постоянного тока ЭП2К № 150. Об этом сообщили в департаменте по связям с общественностью холдинга.

На сегодняшний день 138 электровозов ЭП2К работают на Западно-Сибирской дороге, водят поезда в Челябинск, Мариинск, Новосибирск, Новокузнецк, Белово, Петропавловск, Екатеринбург, Пермь. 12 электровозов ЭП2К эксплуатируются на Октябрьской дороге. Эти локомотивы обращаются на участках Санкт-Петербург — Свирь, Санкт-Петербург — Бабаево, Санкт-Петербург — Вологда, осваивается маршрут Санкт-Петербург — Москва.

По заказу ОАО «РЖД» в 2012 г. Коломенский завод изготовит 40 электровозов ЭП2К. В постоянной эксплуатации локомотивы находятся с мая 2008 г. За этот период их суммарный пробег превысил 40 млн. км.

Согласно программе развития ОАО «РЖД» создание пассажирского электровоза пост-



янного тока стало одним из приоритетов в форме транспортной отрасли, поскольку аналогичная техника в России не выпускалась,

пассажирские электровозы постоянного тока закупались в Чехословакии. К моменту начала работ по созданию нового электровоза средний возраст эксплуатируемых локомотивов составлял 30 лет.

ЭП2К приходят на смену чехословацким электровозам ЧС2, которые приобретались с середины 1960-х до середины 1970-х гг. По сравнению с выбывающими локомотивами новые электровозы имеют ряд принципиальных технических преимуществ по мощностным и тяговым характеристикам: мощность увеличена на 14 %, сила тяги — на 20 %. Электровозы ЭП2К обеспечивают более комфортные условия для работы локомотивных бригад, комплектуются кабинами с системами кондиционирования и обогрева, соответствующими современным санитарным нормам.

За период выпуска электровозов ЭП2К выполнен большой объем работ по совершенствованию их конструкции и повышению надежности. Внедрены системы климат-контроля и автоторможения с возможностью управления машинистом без помощника.



УСОВЕРШЕНСТВОВАЛИ ТРЕНАЖЕРЫ

Чтобы повысить качество изучения предметов «Автотормоза» и «Приборы безопасности» в полном объеме программы, в Омской технической школе Западно-Сибирской дороги модернизировали тренажерные комплексы «Торвест-Пневмо» и «АЛСН с контролем скорости движения поездов»

(Окончание. Начало см. «Локомотив» № 6, 2012 г.)

Станд-тренажер «АЛСН с контролем скорости движения поездов» — оригинальная разработка Омской технической школы в области преподавания, с которой наш журнал уже знакомым читателям в 2011 г. Слушатели групп машинистов и слесарей по ремонту тягового подвижного состава, обучаясь на данном стандарте-тренажере, могут получать практически знания по предметам «Автотормоза», «Приборы безопасности», «Электронные системы и приборы безопасности движения и управления электровозом», «ПТЭ, инструкции и безопасность движения».

Станд-тренажер (рис. 13), установленный в кабине «Автотормоза и приборы безопасности», является действующим наглядным пособием для изучения принципов человеческого кодирования рельсовой цепи в соответствии с показаниями путевых светофоров, передачи кодов АЛСН с пути и приема их на локомотиве, дешифрации полученных кодов. Также демонстрируется управление работой локомотивного светофора в соответствии с показаниями путевых светофоров и проверкам длительности.

Контролируется скорость движения, отображаются работа механического speedometer ЗСЛ2М, запись параметров движения поезда на индикаторной ленте. Составные части стандарте-тренажера — действующие натурные образцы устройства СЦБ, локомотивные и путевые устройства АЛСН, прокомпонованные устройства автостопа. На стандарте-тренажере наглядно представляется их работа как в нормальном, так и в аварийном режимах.

В исходном варианте стандарте-тренажер изготовлен с механическим speedometer ЗСЛ2М. Однако на локомотивах и МВПС все большее распространение получают различные электронные устройства и приборы безопасности, в той или иной мере заменяющие механические speedometer ЗСЛ2М. К таким устройствам и приборам относятся комплексы параметров движения КЛД-3 всех модификаций, унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности КЛДН-У, системы автоматического управления тормозами САУТ-ЦМ/485, КМО-САУТ и системы введения поездов УСАВТ и ИСАВТ-РТ с регистраторами параметров движения РЦДА, а также устройства безопасности БЛОК.

В наиболее полном объеме функции механических speedometer ЗСЛ2М выполняет комплекс параметров движения КЛД-3 различных модификаций, называемый также электронными speedometerами. Поэтому для качественного изучения слушателями данных приборов безопасности возникла необходимость модернизации стандарте-тренажера «АЛСН с контро-

лем скорости движения поездов» путем оборудования его электронным speedometerом типа КЛД-3.

Исходя из возможностей Омской технической школы, наличия и поступления необходимых комплектующих, было принято решение оборудовать стандарте-тренажер «АЛСН с контролем скорости движения поездов» наиболее распространенным на Западно-Сибирской дороге электронным speedometerом типа КЛД-3В. Данное устройство широко используется в пассажирском движении на электровозах ЭС2, а также в грузовом движении на части электровозов ВЛ10.

Электронный speedometer КЛД-3В имеет следующие составные части (рис. 14): датчик угла поворота Л178/1, блок управления БУ-3В с входным фильтром ФВ-1 и фильтром ограничения напряжения ФОН-1 (на рис. 14 не показан), блок регистрации БР-2 с двумя датчиками избыточного давления СТДК-1-1.0л, бортовое устройство содержит также унифицированный блок регистрации информации БРИЗ-М, два блока индикации БИ-4М1 и соединительную панель ПС (на рис. 14 она не показана). Имеется энергозависимый модуль памяти МПМЗ-64 для данных параметров движения, являющийся отдельным элементом комплекта.

Работы по модернизации стандарте-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения поездов» начались в июне 2011 г. после получения комплекта оборудования электронного speedometerа КЛД-3В в полном объеме и закончились в августе того же года. Монтажные операции осуществляли при активном участии слушателей группы машинистов электровозов из депо Омск.

Для вращения вала датчика угла поворота Л178/1 электронного speedometerа используется электродвигатель привода П11М мощностью 0,5 кВт с типовым условием редуктором, размещенным в приводе speedometerа ЗСЛ2М электровозов ВЛ10 и ВЛ11. Электродвигатель П11М и угловой редуктор были установлены ранее на раме-каркасе стандарте-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения».

Датчик угла поворота Л178/1, закрепленный на тяговой крышке буфера колесной пары от электровоза ВЛ10, смонтирован на специальном кронштейне рамы-каркаса стандарте-тренажера. Питание электродвигателя П11М осуществляется от тиристорного блока питания стандарте-тренажера. Остальное оборудование комплекта КЛД-3В установлено на лицевой стороне правой части верхней панели (рис. 15).

Главная составная часть комплекта КЛД-3В — микропроцессорный блок управления БУ-3В (рис. 16), предназначенный для



Рис. 13. Общий вид стандарте-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения поездов» (для модернизации)



Рис. 14. Составные части электронного speedometerа КЛД-3В: датчик угла поворота Л178/1; блок управления БУ-3В; регистратор БР-2; индикатор БИ-4М1; энергозависимый модуль памяти МПМЗ-64, являющийся отдельным элементом комплекта и др.



Рис. 15. Оборудование электронного скоростемера КПД-3В на стенде-тренажере «АЛСН с контролем скорости движения»



Рис. 16. Блок управления электронным скоростемером КПД-3В типа БУ-3В с фильтром входным ФВ-1

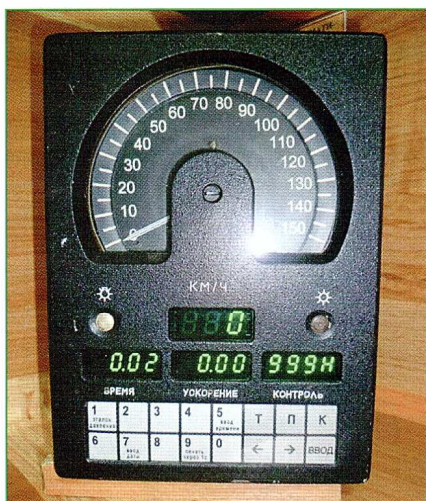


Рис. 17. Блок индикации БИ-4М1 электронного скоростемера КПД-3В

угловой панели, выведены к штепсельным разъемам блоков и соединительной панели через отверстия, вырезанные в угловой панели. Датчики избыточного давления подключены резиновыми шлангами к тормозной магистрали и главным резервуарам стенда-тренажера «Торвест-Пневмо». Питание оборудования комплекса электронного скоростемера КПД-3В (за исключением электропривода датчика угла поворота Л178/1) осу-

ществляется от блока питания самостоятельного изготовления мощностью 1,5 кВт.

Отмеченный блок питания установлен на стенде-тренажере «Торвест-Пневмо», используется также для питания локомотивных устройств АЛСН стенда-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения» и электропневматического тормоза тренажерного комплекса «Торвест-Пневмо» через разделительный трехпозиционный тумблер «АЛСН — Выключено — ЭПТ».

Электронный скоростемер КПД-3В может работать как с включенной АЛСН, так и самостоятельно. При работе модернизированного стенда-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения поездов» в зависимости от показаний путевого светофора автоблокировки и скорости, показываемой электронным скоростемером КПД-3В (задаются преподавателем с пульта управления стенда-тренажера), автоматически осуществляются операции, связанные с безопасностью движения.

В частности, стенд-тренажер позволяет управлять работой локомотивного светофора, контролировать скорость движения через электропневматический клапан автостопа ЭПК-150 и комплекс КПД-3В в соответствии с алгоритмом работы устройств АЛСН. Электронный скоростемер КПД-3В, помимо выполнения основных функций (аналогичных имеющимся у механического скоростемера ЗСЛ2М), позволяет также:

- ▶ при включении питания комплекса выполнять автоматическую внутреннюю диагностику с выводом на переднюю панель блока индикации кода информации об имеющихся неисправностях либо об их отсутствии;

- ▶ осуществлять запись параметров движения (помимо диаграммной ленты) в энергонезависимый модуль памяти МПМЭ-64 для последующей автоматизированной расшифровки при использовании АРМ техника-расшифровщика;

- ▶ вводить при проведении полного опробования автотормозов поезда эталонное (фактическое) значение плотности тормозной магистрали и в дальнейшем автоматически контролировать его в пути следования, подавая звуковой и световой сигналы при отклонениях значения плотности от эталонной;

- ▶ фиксировать (когда это необходимо) отрицательное ускорение поезда (замедление) при проверках действия тормозов на эффективность в пути следования;

- ▶ контролировать расход электроэнергии электровозом в пути следования;

- ▶ в пути следования выявлять наличие неисправности комплекса путем вывода кодов о них на переднюю панель блока индикации;

- ▶ исключить ручные записи машиниста на диаграммной ленте по итогам поездки (вследствие предварительного ввода даты, номера поезда, табельного номера машиниста на блоке индикации);

- ▶ при наличии дополнительного защищенного блока регистрации информации (БРИЗ-М) осуществлять послерейсовую автоматизированную расшифровку, анализировать информацию при расследовании аварийных ситуаций (гарантируется сохранение регистрируемой информации за последние 30 мин поездки).

Блок индикации БИ-4М1 комплекса КПД-3В обеспечивает одновременный показ значений скорости движения при помощи аналогового и цифрового индикаторов, цифровую индикацию значений текущего времени, ускорения (замедления) движения и плотности тормозной магистрали. Выставляется текущее время, задаются режимы работы и параметры локомотива с помощью клавиатуры на передней панели блока индикации комплекса.

Проведенная модернизация стенда-тренажера «АЛСН с контролем скорости движения поездов», при которой его оборудовали электронным скоростемером КПД-3В, позволяет проводить занятия со слушателями в полном объеме программы изучаемых предметов. Создается полноценная возможность подготовки машинистов локомотивов, повышения класса квалификации и квалификационных разрядов слесарей по ремонту подвижного состава, связанных с ремонтом приборов безопасности.

В одном стенде-тренажере совмещены действующие механический и электронный скоростемеры, принципиально различные по конструкции, устройству и принципу работы. Переход с использования скоростемера одного типа на другой занимает минимум времени и повышает информативную ценность модернизированного стенда-тренажера.

Инж. С.А. МОСОЛ,
преподаватель Омской технической школы
Западно-Сибирской дороги

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ПОТЕНЦИАЛА ПРОВОДОВ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

В цепи управления электропоездов переменного тока ЭР9 и ЭД9 всех индексов напряжение подается по двухпроводной схеме. Для питания и заряда аккумуляторных батарей на головных вагонах составов установлены два параллельно работающих выпрямительно-стабилизирующих агрегата.

При отсутствии напряжения на трансформаторах или выходе из строя обоих агрегатов на головных вагонах резервное питание потребителей осуществляется от аккумуляторных батарей. Они расположены на головных и прицепных вагонах, подключены к поездным проводам 56 («плюс»), 30 («минус») и находятся в режиме постоянного подзаряда при работающих выпрямительно-стабилизирующих агрегатах.

Особенностью цепей управления электропоездов является их значительная протяженность и разветвленность (провода — поездные, секционные), взаимное влияние нагрузок, возможное нарушение изоляции и появление «земли» в плюсовых и минусовых проводах.

Различные машины и аппараты электропоездов получают питание напряжением 110, 75 и 50 В постоянного тока.

Потребители электроэнергии напряжением 110 В:

- провода 15 («плюс») и 30 («минус») — устройства безопасности КЛУБ, регистраторов параметров движения РПДА, радиостанций РС;

- провода 15АА («плюс») и 30 («минус») — аппаратура радиооповещения «Тон-сигнал», система пожарной сигнализации СПС ПРИЗ-1.3;

- провода 15ГА («плюс») и 30 («минус») — пульт управления ПУ информационными табло поезда ИТП;

- провода 15ГЛ («плюс») и 30 («минус») — информационные табло вагона ИТВ1;

- провода 15ГН («плюс») и 30 («минус») — информационные табло вагона ИТВ2;

- провода 15ДА («плюс») и 30 («минус») — система пожарной сигнализации СПС ССЗН-И (модем);

- провода 15РА («плюс») и 30 («минус») — система автоведения САВПЭ, регистратор параметров движения РПДА;

- провода 15РЯ («плюс») и 30 («минус») — устройство безопасности КЛУБ;

- провода 22 («плюс») и 30 («минус») — устройство безопасности КЛУБ, радиостанция РС;

- провода 37 («плюс») и 30 («минус») — информационные табло поезда ИТП;

- провода 56 («плюс») и 30 («минус») — регистратор параметров движения РПДА;

- провода 75 («плюс») и 76 («минус») — система пожарной сигнализации СПС ССЗН-И (интерфейс 485);

- провода П75 («плюс») и П76 («минус») — система пожарной сигнализации СПС ПРИЗ-О.

Потребители электроэнергии напряжением 75 В:

- провода 15 («плюс») и 78РС («минус») — радиостанция РС.

Потребители электроэнергии напряжением 50 В:

- провода 78Г («плюс») и 30 («минус») — электропневматические тормоза ЭПТ, устройство безопасности АЛСН, радиостанция РС, аппаратура радиооповещения «Тон-сигнал», система автоведения САВПЭ, регистратор параметров движения РПДА;

- провода 78П («плюс») и 30 («минус»), провода 78К («плюс») и 30 («минус») — система автоведения САВПЭ.

Уровень напряжения на аккумуляторных батареях и в цепях управления контролируют с помощью вольтметра PV и трехпозиционного переключателя вольтметра ПВ. В положении «Стабилизатор» измеряется выходное напряжение стабилизатора этой установки между проводом 15 через предохранитель Пр44 и искусственным «минусом» (провод 30Е) в блоке RSB выпрямителя данной установки.

В положении переключателя «Сеть» вольтметр измеряет напряжение цепей 110 В между проводами 15 и 30. В положении «Батарея» вольтметр фиксирует напряжение батареи между проводами 22 и 30.

При нормальной работе выпрямительно-стабилизирующих агрегатов на обоих головных вагонах напряжение по вольтметру PV в положениях переключателя «Стабилизатор» и «Сеть» будут одинаковы. При неработающем одном агрегате и нормальной работе другого напряжение в положении переключателя «Стабилизатор» будет занижено или равно нулю, а в положении переключателя «Сеть» вольтметр покажет напряжение 110 В.

В положении переключателя ПВ «Батарея» напряжение по вольтметру PV при работающем хотя бы одном ВСА и включенных контакторах БК будет выше по сравнению с напряжением в положении переключателя «Сеть», а при отключенных контакторах БК равно напряжению сети.

Сигнальные лампы ЛС3 и ЛС4 «Контроль изоляции» позволяют оценить состояние изоляции проводов цепей управления электропоезда. Лампы ЛС3 и ЛС4 подключены через балластные резисторы R83, R84 и контакты

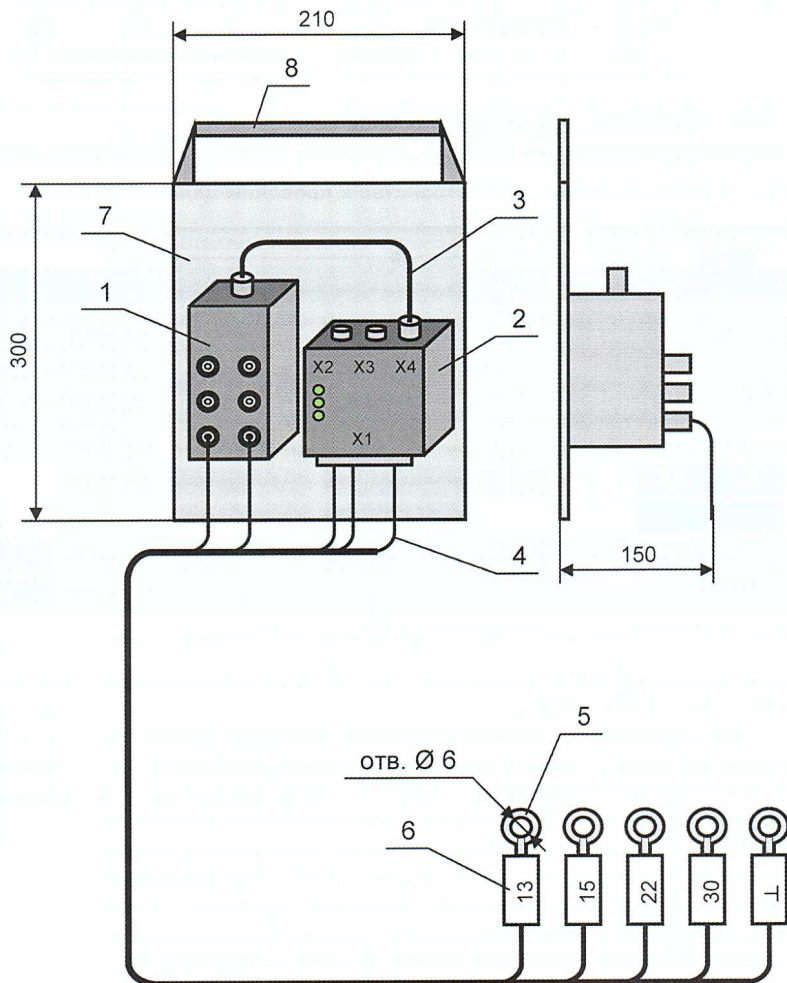


Рис. 1. Общий вид устройства:

1 — блок БИВ-42; 2 — блок БУ-6; 3 — межблочный кабель; 4 — выходные провода; 5 — наконечники проводов; 6 — обозначение цепей электропоезда; 7 — рама пульта; 8 — ручка для переноски

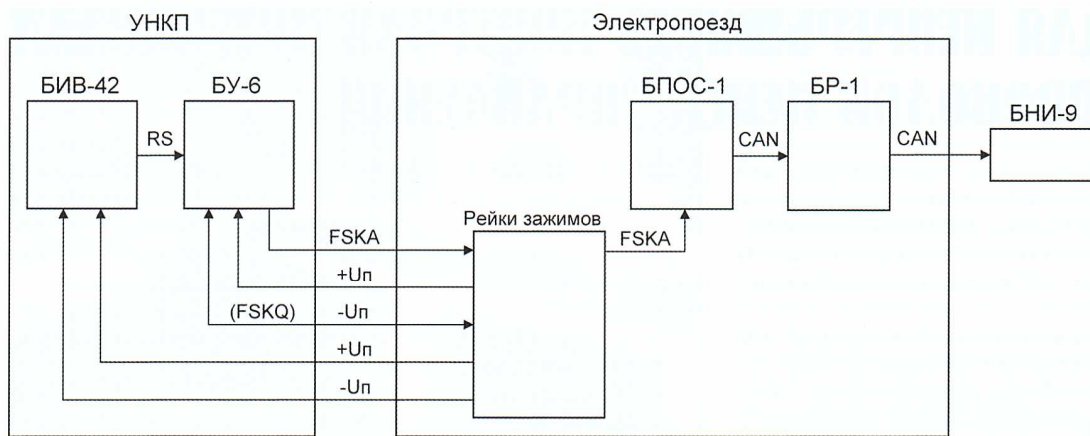
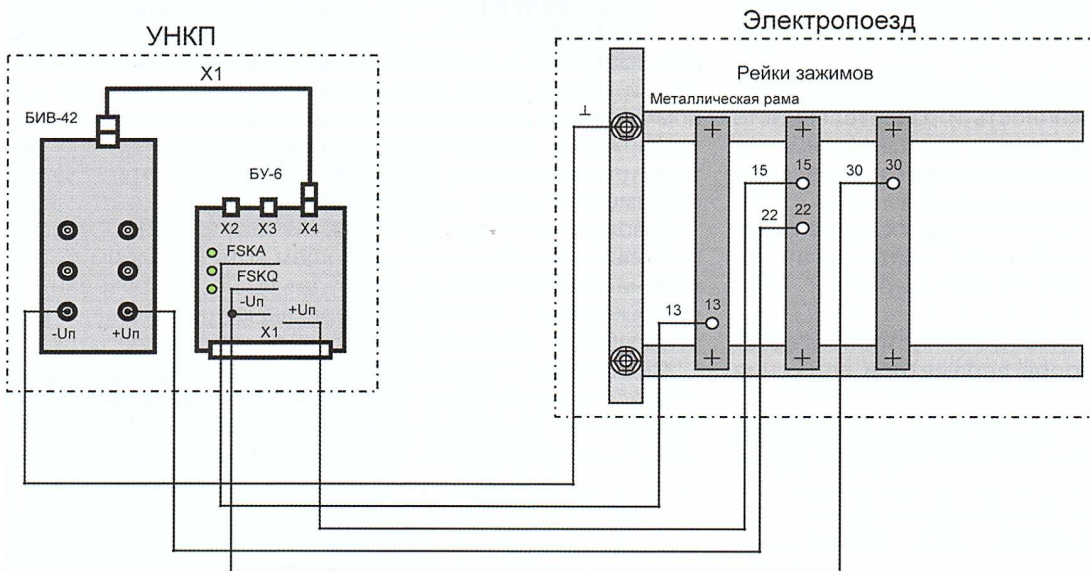


Рис. 2. Блок-схема устройства



УНКП подключено к поезвному проводу 22. Возможно подключение к любому поезвному проводу для контроля потенциала

Рис. 3. Схема подключения устройства к проводам цепей управления

▶ ◀		440 км 5 пк	0,000	Пробег:	0,000	
44 >	Головной вагон:	0103-01	Дата:	26.05.12	Время:	11:31:36
0103-06		0001-02	0009-02	Еа общ.:	8,75	
-0,7	-0,2	2,2	-0,6	2,2	-1,3	Укс max: 26369
4		1	121	Узд max:	121	
4,5	0,0		0,0	Тяга КМ:		
2306873,00				Торм.КМ:		

Рис. 4. Диаграмма расшифровки результатов замеров

выключателей ВИ к проводам 15А, 30, а их общая средняя точка — к корпусу.

При хорошем состоянии изоляции проводов цепей управления лампы имеют одинаковый накал (правый и левый контакты ВИ включены). Слабое свечение лампы ЛС4 свидетельствует о снижении сопротивления изоляции провода 30 или подключенных к нему проводов с отрицательным потенциалом. Тусклый свет лампы ЛС3 указывает на понижение сопротивления изоляции провода 15 или подключенных к нему проводов с положительным потенциалом. Полное погасание одной из ламп свидетельствует о наличии замыкания на корпус в цепях управления.

В моторвагонном депо Горький-Московский Нижегородской дирекции по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении разработано устройство для не-

прерывного контроля потенциала проводов цепей управления (УНКП). Оно позволяет выявить случаи неустойчивой работы аппаратуры и приборов безопасности КЛУБ-У — ТСКБМ и других из-за появления постороннего потенциала на поездных проводах относительно земли, вследствие уменьшения сопротивления изоляции проводов, аппаратуры и приборов электропоезда.

Устройство представляет собой переносной модуль (рис. 1) размера 300×210×150 мм с межблочным кабелем, проводами для подключения питающего напряжения. В состав устройства (рис. 2) входят блоки БУ-6, БИВ-42. УНКП дополнено картриджем БНИ-9 для записи и хранения информации. Схема подключений устройства к проводам цепей управления представлена на рис. 3. Для этой цели используется переходный кабель устройства.

Данное устройство позволяет:

- ▶ измерять посторонний потенциал пары «провод — земля»;

▶ просматривать данные замеров на блоке БР-1 системы РПДА-ПТ в кабине машиниста электропоезда;

▶ определять потенциал на проводах цепей управления в течение всей поездки электропоезда;

▶ сохранять полученную информацию с замерами во время поездки на сменном картридже БНИ-9 системы РПДА-ПТ;

▶ расшифровывать в последующем данные картриджа на АРМ-РПДА в виде диаграмм.

В качестве примера на рис. 4 представлен случай, когда был выявлен потенциал на проводе 22 относительно корпуса. Это позволило оперативно устранить возникшую неисправность. Следует отметить важное достоинство созданного устройства — значительно сокращается время ремонта подвижного состава и обеспечивается своевременная выдача электропоездов на линию.

Канд. техн. наук **В.А. ГУТ**,
доцент Нижегородского филиала
Московского государственного
университета путей сообщения (МИИТ),

мастер моторвагонного депо Горький-Московский,

А.А. ВИДЕНЕВ,
В.С. РАГЕЛЬ,
электромеханик,
Нижегородская ДОППС

ОТ ПРОСТОГО — К СЛОЖНОМУ

Методика изучения электропневматического тормоза с воздухораспределителем № 305 основана на максимальном упрощении схем конструкции и работы прибо-

ра. Краткое, доступное и последовательное изложение материала, многокрасочные иллюстрации ускоряют процесс обучения, делают его легким и интересным.

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТОРМОЗ С ЭЛЕКТРОВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ № 305

Основным недостатком пневматических автотормозов пассажирского типа, при которых команды на их работу подаются воздействием на воздухораспределители № 292 через тормозную магистраль, является низкая скорость распространения тормозной волны вдоль поезда. Это приводит к возникновению больших продольных сил в сцепных приборах из-за запаздывания действия тормозов хвостовых вагонов по отношению к головным, что нарушает комфорт пассажиров.

Одновременность действия тормозов по всей длине поезда может быть достигнута, если команды на их работу подавать электрическим способом. По этому принципу и были созданы электропневматические тормоза (ЭПТ) с электровоздухораспределителем (ЭВР) № 305. Но так как такие тормоза выполнены неавтоматическими, то основным остается пока пневматический с воздухораспределителем № 292, который при работе ЭПТ является резервным.

Так как подача сигнала электрическим способом обеспечивает одновременность срабатывания тормозов во всем поезде практически любой длины, то такие функции ЭВР, как дополнительная разрядка магистрали и регулирование времени наполнения тормозных цилиндров в зависимости от количества вагонов в составе (присущие воздухораспределителю № 292), отпадают. Поэтому от ЭВР требуется осуществлять только три действия: торможение, перекрытие и отпуск тормозов.

Для этого достаточно простого устройства (рис. 1) в виде двух электромагнитных вентилях (катушек с сердечниками) 1 и 2, управляющих двумя кла-

панами (якорями) — впускным 3 и выпускным 4. При торможении должен открываться только впускной клапан для соединения тормозного цилиндра ТЦ с запасным резервуаром ЗР. Для осуществления отпуска открывається только выпускной клапан для соединения ТЦ с атмосферой АТ. При перекрытии оба клапана должны быть закрыты.

Положение клапанов при отсутствии постоянного тока на катушках электромагнитов (как показано на рис. 1) принято называть нормальным. При этом оба клапана под действием пружин находятся в крайнем нижнем положении. Так как седло впускного клапана 3 находится внизу, то его нормальное положение считается закрытым, и воздух из ЗР не может поступать в ТЦ.

Седло выпускного клапана (тоже на рис. 1 показано стрелками) расположено сверху и поэтому его нормальное положение считается открытым. Воздух из ТЦ уходит в атмосферу. Такое нормальное положение клапанов при отсутствии постоянного тока на обеих катушках электромагнитов соответствует процессу отпуска автотормозов.

Если на оба вентиля подать постоянный ток, то клапаны (якори) притянутся к электромагнитам и займут крайнее верхнее положение. При этом картина поменяется на противоположную, так как выпускной клапан закроется, разобзив ТЦ с АТ, а впускной откроется, и воздух из ЗР начнет поступать в ТЦ. Такое положение клапанов соответствует процессу торможения. Если в процессе торможения снять питание с вентиля 2, то впускной клапан 3 закроется. Такое положение клапанов (оба закрыты) при подаче

постоянного тока только на вентиль 1 соответствует процессу перекрытия.

Упрощенная двухпроводная электрическая схема управления таким электропневматическим тормозом показана на рис. 2. Как видно из рисунка, при подключении рабочего провода № 1 к плюсовому зажиму источника питания, а рельса — к минусовому (положение Т) оба вентиля ВО и ВТ оказываются под током, так как направление постоянного тока всегда идет от «плюса» к «минусу», а диод Д в цепи катушки впускного клапана позволяет току проходить через тормозной вентиль ВТ, что соответствует процессу **торможения**.

При смене полярности, т.е. подключении рабочего провода № 1 к минусовому зажиму источника питания, а рельса к плюсовому (положение П) направление тока через катушки вентиля сменится на противоположное, и диод не позволит току проходить через вентиль ВТ, что соответствует процессу **перекрытия**. Если рабочий провод № 1 и рельс отключить от источника питания, то оба вентиля окажутся обесточенными, что соответствует процессу **отпуска** тормозов.

Однако при отсутствии тока в рабочем проводе № 1 и рельсе нет возможности контролировать целостность электрической цепи ЭПТ. Поэтому в реальной конструкции ЭПТ в положении отпуска рабочий провод № 1 и рельс подключают к источнику переменного тока (положение О), на который из-за большого индуктивного сопротивления вентиля ВО и ВТ не реагируют и поэтому условно считаются обесточенными. Контроль целостности рабочего провода № 1 непрерывно осуществляется

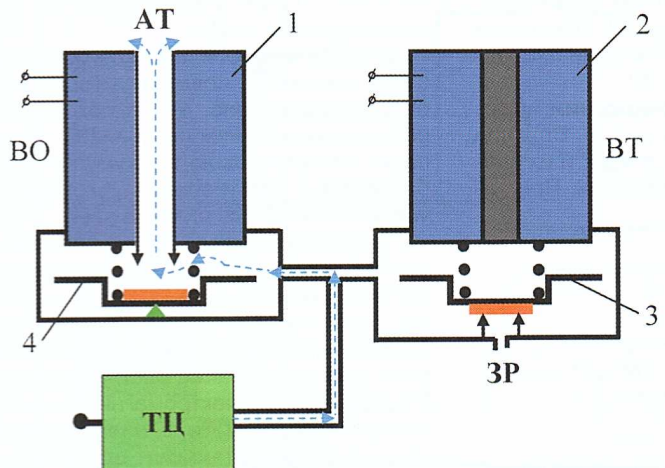


Рис. 1. Элементарная схема ЭВР № 305:

1 — катушка электромагнита вентиля отпускного ВО; 2 — катушка электромагнита тормозного вентиля ВТ; 3 — якорь со встроенным впускным клапаном; 4 — якорь со встроенным выпускным клапаном; АТ — атмосфера

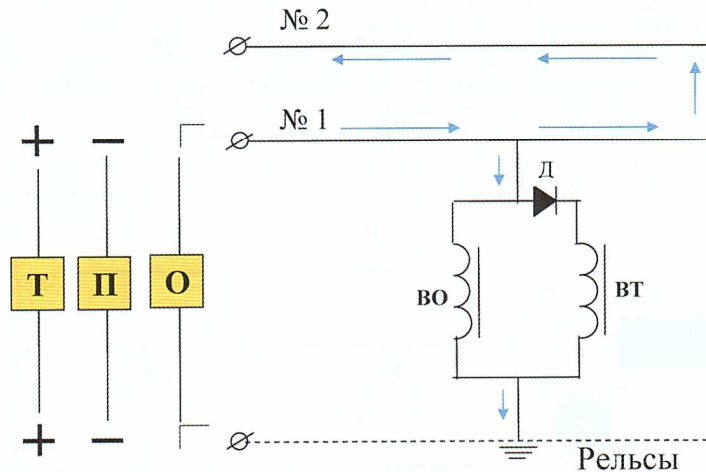


Рис. 2. Элементарная электрическая схема двухпроводного ЭПТ:

№ 1 — рабочий провод; № 2 — контрольный провод; Д — диод; ВО — отпускной вентиль; ВТ — тормозной вентиль; Т — подача тока при торможении; П — подача тока при перекрытии; О — подача тока при отпуске; Д — диод

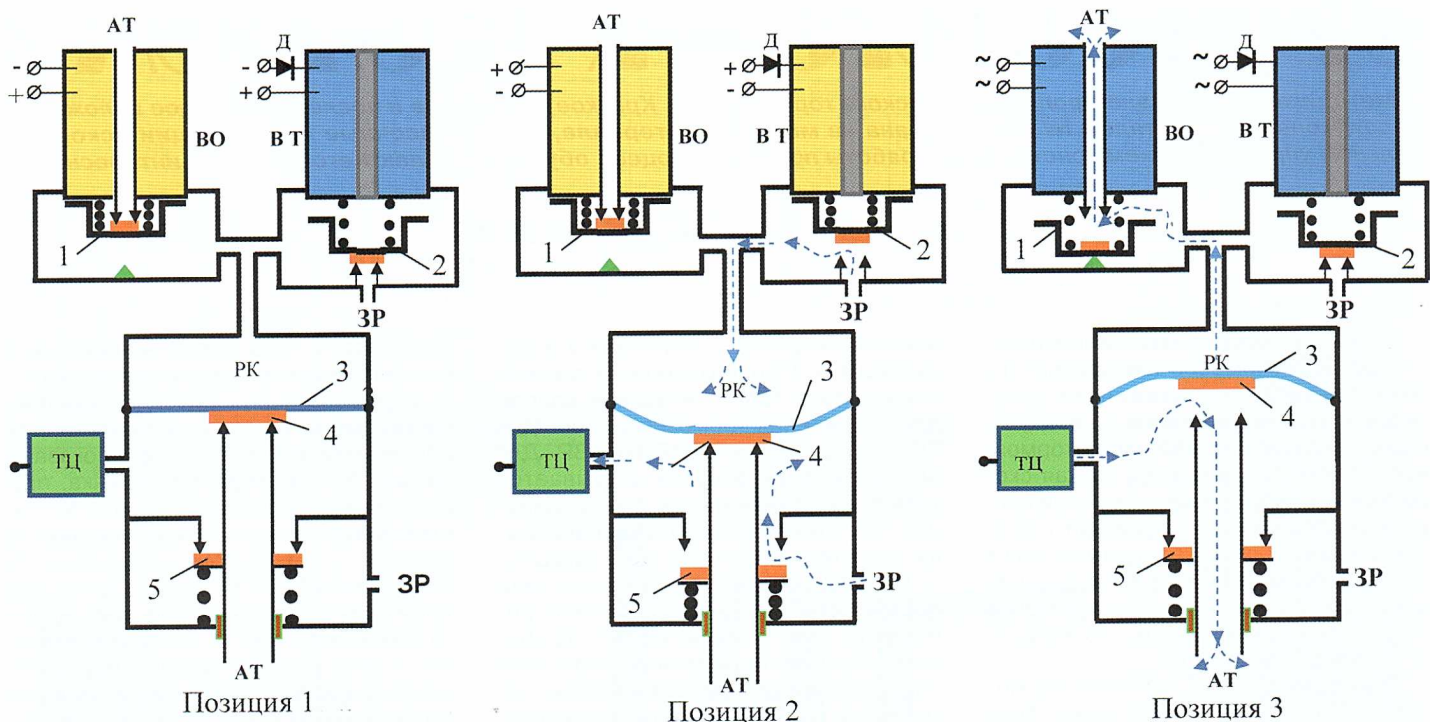


Рис. 3. Элементарная схема работы ЭВР № 305:

1 — якорь с выпускным клапаном отпущенного вентиля ВО; 2 — якорь с выпускным клапаном тормозного вентиля VT; 3 — диафрагма реле давления; 4 — выпускной клапан; 5 — впускной клапан; ЗР — запасный резервуар; ТЦ — тормозной цилиндр; АТ — атмосфера; Д — диод. Позиция 1 — работа ЭВР при перекрыши; позиция 2 — при торможении; позиция 3 — при отпуске тормоза

с помощью контрольного провода № 2 переменным током при отпущенных тормозах и постоянным током при торможении и перекрыши.

Необходимо отметить, что элементарная конструкция электровоздухораспределителя с наполнением ТЦ непосредственно из ЗР обладает двумя существенными недостатками: тормоз получается истощимым, так как ЭВР не реагирует на возможные утечки воздуха из ТЦ при перекрыши; давление сжатого воздуха в ТЦ будет зависеть от выхода его штока. Эти недостатки легко устранить, если наполнять ТЦ из ЗР не напрямую, а через пневматическое реле.

В упрощенном виде конструкция и работа электровоздухораспределителя № 305, в котором используется отмеченное реле, демонстрируются на рис. 3. Из него видно, что пневматическое реле, установленное между выпускным 1 и впускным 2 клапанами вентиля ВО, VT и тормозным цилиндром, представляет собой уравнительную часть крана машиниста № 394. Но только уравнильный поршень заменен диафрагмой 3, а выпускной 4 и впускной 5 клапаны выполнены плоскими, так как не требуется в процессе работы регулировать темп впуска воздуха из ЗР в ТЦ, а также из ТЦ в АТ.

Электровоздухораспределитель находится в положении **перекрыши**, так как ток получает только одна катушка вентиля ВО и его выпускной клапан 1 закрыт (притянут вверх к седлу электромагнитной силой). Впускной клапан 2 тормозного вентиля также закрыт под действием пружины, так как катушка VT обесточена за счет работы диода Д. Таким образом, рабочая камера РК пневматического реле разобщена с АТ и ЗР, давление в ней постоянно и равно давлению в ТЦ.

Диафрагма 3 находится в равновесном горизонтальном положении, при котором действующие на нее силы со стороны РК и ТЦ равны. Поэтому оба клапана закрыты (впускной 5 под действием пружины, а выпускной 4 под действием силы тяжести и упругости резиновой диафрагмы). В случае возникновения утечек воздуха из ТЦ произойдет нарушение равновесия диафрагмы. Она под действием избыточного давления со стороны РК прогнется вниз и откроет впускной клапан 6, обеспечив подпитку ТЦ из ЗР.

Работу ЭВР при **торможении** иллюстрирует позиция 2 на рис. 3. Вентиля ВО и VT находятся под током, и их клапаны (якоря) притянуты вверх. При та-

ком положении открыт впускной клапан вентиля VT, через который воздух из ЗР поступает в РК пневматического реле. Под действием избыточного давления со стороны РК диафрагма 3 прогибается вниз, открывает впускной клапан и через него происходит наполнение ТЦ сжатым воздухом из ЗР.

Работу ЭВР при **отпуске** тормозов демонстрирует позиция 3 на рис. 3. Вентиля ВО и VT подключены к источнику переменного тока, на который они не реагируют из-за большого индуктивного сопротивления их катушек. При этом оба клапана под действием пружин занимают крайнее нижнее положение. В этом случае открыт только выпускной клапан 1 вентиля ВО. Через данный клапан воздух из РК пневматического реле выходит в АТ. Давление в РК падает, под действием избыточного давления со стороны ТЦ диафрагма 3 прогибается вверх и открывает выпускной клапан. Происходит выпуск воздуха из ТЦ в АТ.

С введением ЭПТ на подвижном составе появилось новое автотормозное оборудование (рис. 4). На локомотиве располагаются: блок питания БП, в комплект которого входят аккумуляторная батарея (на электросхеме — генератор управления ГУ) для питания электрических цепей постоянным током напряжением 50 В и статический преобразователь (на электросхеме — генератор контроля ГК), позволяющий питать цепи переменным током, напряжением 50 В с частотой 625 Гц. Имеется также блок управления в виде четырех электромагнитных катушек (реле) К, ПР, ТР и КР с их блокировками (электроконтактами) для электрического управления действием электропневматического тормоза и контроля состояния цепей управления.

В кабине установлен трехламповый сигнализатор с лампами, имеющими

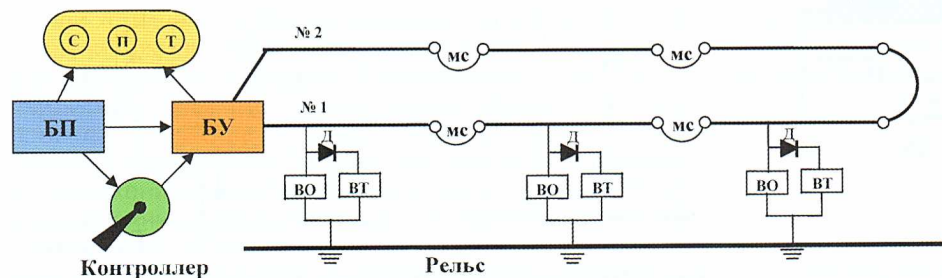


Рис. 4. Структурная схема работы двухпроводного ЭПТ:

БП — блок питания; БУ — блок управления; «С», «П», «Т» — сигнальные лампы; МС — междувагонное соединение; Д — диод; ВО — отпущенный вентиль; VT — тормозной вентиль; № 1 — рабочий провод; № 2 — контрольный провод

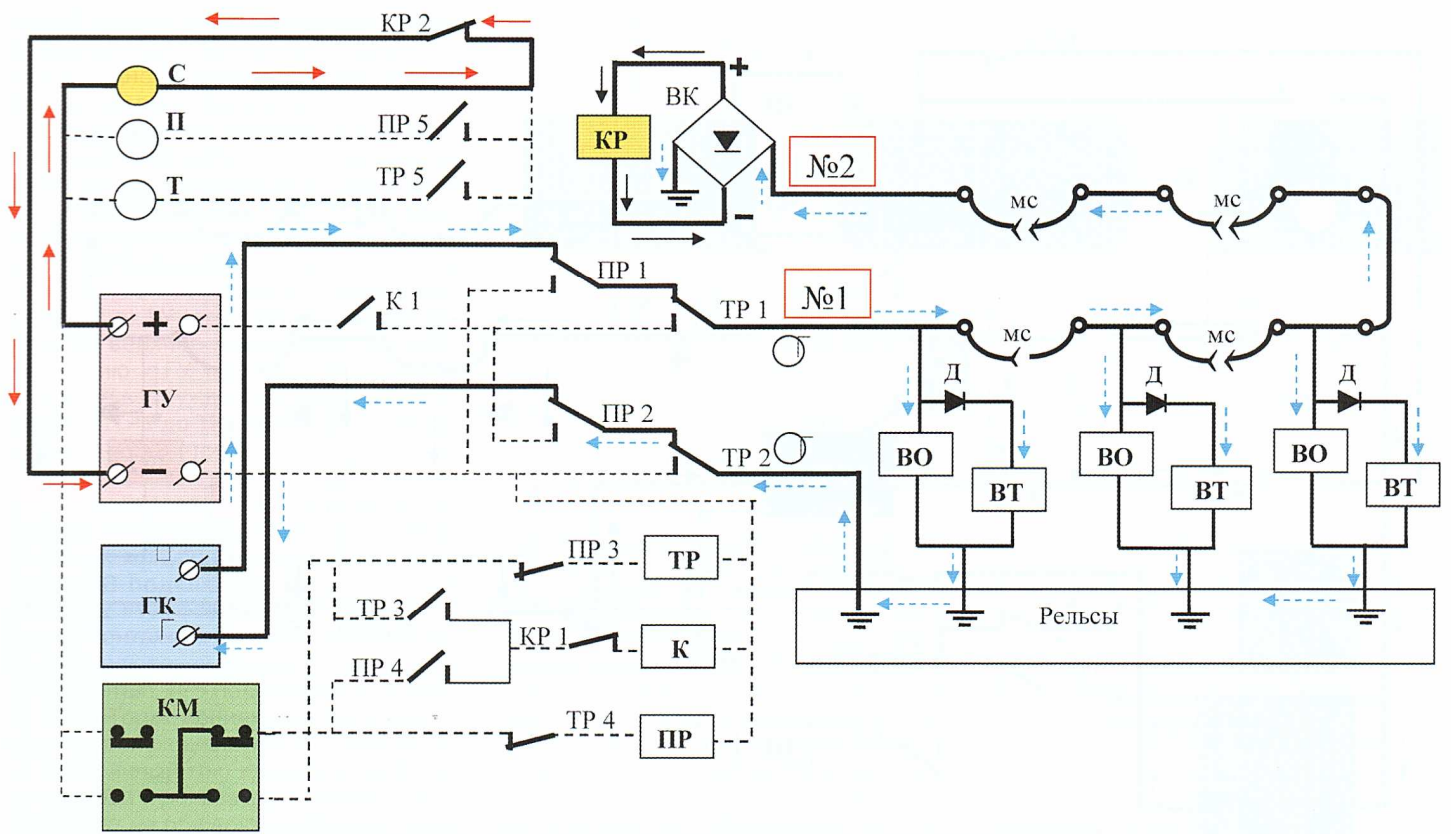


Рис. 5. Элементарная электрическая схема работы ЭВР № 305 при отпуске тормозов

обозначения: «С» («Сигнальная»), «П» («Перекрыша»), «Т» («Торможение») для визуального контроля целостности электрических цепей и информирования машиниста о том, какой процесс происходит в поезде. Предусмотрен контроллер КМ в виде двух микропереключателей, на которые можно воздействовать ручкой крана машиниста для организации подачи тока на соответствующие реле К, ТР и ПР блока управления при работе ЭПТ.

Кроме того, локомотив оборудован электровоздухораспределителем № 305 с вентилями торможения ВТ и отпуска ВО, концевыми рукавами с междувагонными соединениями (МС), имеющими электроконтакты для подключения рабочего № 1 и контрольного № 2 проводов с такими же проводами вагонов поезда. На вагонах также установлены ЭВР № 305, соединительные рукава с междувагонными соединениями, проложены два линейных провода № 1 и 2.

После соединения рукавов локомотива и вагонов вдоль всего поезда образуется электрическая цепь из этих двух линейных проводов. Непрерывность электрической цепи управления обеспечивает междувагонные соединения, вмонтированные в головки тормозных соединительных рукавов № 396А, при сцеплении которых происходит подключение контактов. Рабочий провод предназначен для управления работой ЭВР, а контрольный — для сигнали-

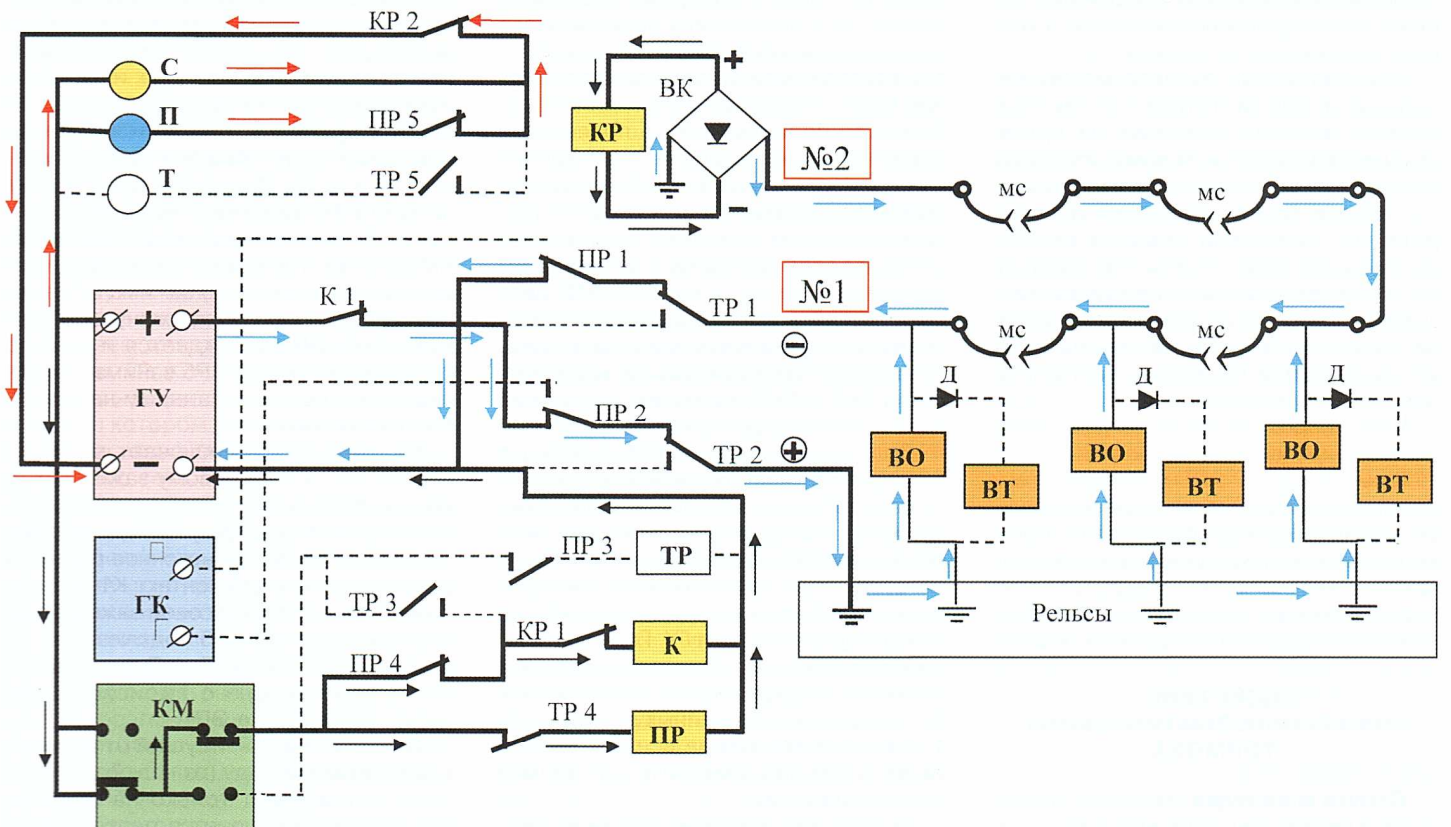


Рис. 6. Элементарная электрическая схема работы ЭВР № 305 при перекрыше

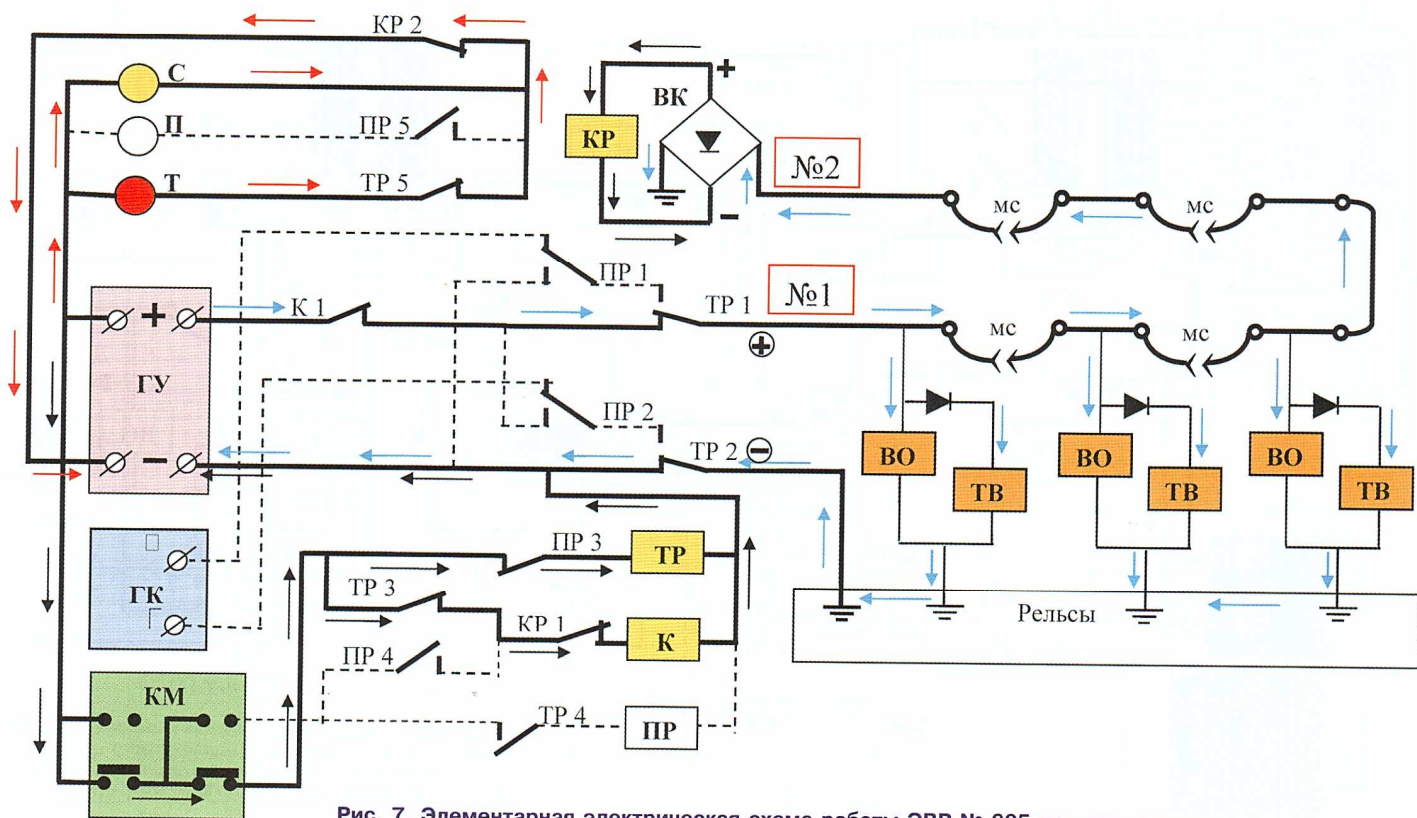


Рис. 7. Элементарная электрическая схема работы ЭВР № 305 при торможении

зации состояния цепи управления. В качестве обратного провода используются рельсы железнодорожного пути.

Рабочий провод крепится в соединительной головке к изолированному от корпуса контактному пальцу, а контрольный провод — к контактному кольцу, закрепленному на ее корпусе. Когда соединительная головка концевой рукава находится в свободном состоянии (не сцеплена с другой), то контактный палец пружиной прижат к кольцу, обеспечивая электрическое соединение рабочего и контрольного проводов в хвосте пассажирского состава.

При сцеплении рукавов между вагонами и локомотивом контактные пальцы, воздействуя друг на друга, утапливаются внутрь головок и отходят от контактных колец с размыканием контактов между рабочим и контрольным проводами, образуя две параллельные цепи. Чтобы эти провода не оказались вновь соединенными в головке свободного рукава локомотива, она закрепляется на специальной изолированной подвеске, исключающей эту возможность.

Чтобы упростить приведенные электрические схемы электропневматического тормоза, не показаны предохранители и резисторы, предназначенные для защиты электрических цепей от токов короткого замыкания, конденсаторы, которые уменьшают большие коммутационные перенапряжения, а также искрообразования на контактах сильноточного реле К.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

Отпуск и зарядка тормозов выполняются переводом ручки крана машиниста № 395 в положение I или II. Микро-

переключатели контроллера КМ (рис. 5) выключены (находятся в верхнем положении) и электрическая цепь, идущая от плюсового зажима ГУ, получается разорванной. Поэтому катушки реле ПР, К и ТР обесточены, а их контакты находятся в крайнем верхнем положении, при котором рабочий провод и рельсы оказываются подключенными к источнику переменного тока ГК.

Переменный ток от верхнего зажима генератора контроля ГК через контакты ПР1 и ТР1 поступает в рабочий провод № 1 локомотива и далее через соединенные контактные пальцы головок рукавов (междувагонных соединений МС) — в рабочие провода вагонов. Дойдя по проводу № 1 до последнего соединительного рукава последнего вагона, переменный ток через контактный палец, замкнутый на корпус головки контактным кольцом, поступает в контрольный провод № 2 и через соединенные корпуса головок МС возвращается в локомотивный блок управления, где затем после выпрямительного моста ВК идет в рельсы, а через контакты ТР2 и ПР2 поступает на нижний зажим генератора контроля ГУ.

Выпрямительный мост ВК служит для питания постоянным током контрольного реле КР в режиме отпуска тормозов, которое, возбуждаясь, замыкает свои контакты КР1 и КР2 (положение — вниз). Контакт КР2 замыкает электрическую цепь сигнальной лампы «С» на генератор управления ГУ. Горящая лампа сигнализирует об исправности источников электрического питания ГУ и ГК, целостности линейных проводов № 1, 2 и их контактов на всех вагонах, а также о том, что электрический тормоз готов к действию.

Контакт КР1 контрольного реле держит подготовленную цепь для питания

катушки сильноточного реле К при перекрытии и торможении. Циркулируя по линейным проводам и рельсам, переменный ток ответвляется и проходит через катушки вентилях ВО и ВТ всех (в данном случае трех) электровоздухораспределителей № 305. Но сила тока, протекающего через катушки вентилях ВО и ВТ, настолько мала вследствие их большого индуктивного сопротивления, что сердечники не притягиваются якорей (клапанов), т.е. ЭВР не срабатывает, и тормоза остаются отпущенными (действие электровоздухораспределителя № 305 при переменном токе на обоих вентилях иллюстрирует позиция 3 на рис. 3).

Перекрытия выполняется переводом ручки крана машиниста в положение III или IV. При этом происходит включение (опускание) левого микропереключателя контроллера машиниста КМ (рис. 6). Так создается электрическая цепь от плюсового зажима ГУ через реле ПР с возвратом на минусовой зажим. Реле ПР возбуждается и все его контакты от ПР1 до ПР5 занимают противоположное показанному на рис. 5 положение вниз.

Контакт ПР1 подключает рабочий провод № 1 к минусовому зажиму ГУ, а контакт ПР2 готовит подключение рельса к плюсовому зажиму ГУ. Контакт ПР4 подключает к ГУ сильноточное реле К, в результате чего его контакт К1 окончательно замыкает плюсовый зажим ГУ на рельсы, а контакт ПР5 подключает к ГУ контрольную лампу «П» («Перекрытия»), сигнализирующую о происходящем процессе в работе ЭПТ.

Постоянный ток, идущий от рельсов к рабочему проводу (от «плюса» к «минусу»), поступает только на вентили ВО. Прохождению тока по катушкам других вентилях ВТ препятствуют ди-

оды Д. Работа электровоздухораспределителя № 305 при возбуждении только одной катушки вентиля ВО показана на рис. 3 (позиция 1).

Торможение (служебное и экстренное) осуществляется переводом ручки крана машиниста в положения VЭ, V и VI. При этом (рис. 7) оба микропереключателя контроллера машиниста КМ оказываются включенными (вниз), что приводит к отключению реле ПР от ГУ (его контакты вновь занимают верхнее положение) и к подключению к ГУ тормозного реле ТР. Это реле возбуждается, и все его контакты от ТР1 до ТР5 занимают крайнее нижнее положение.

Контакт ТР1 готовит подключение рабочего провода № 1 к плюсовому зажиму ГУ, а контакт ТР2 подключает рельсы к минусовому зажиму ГУ. Контакт ТР3 подключает сильноточное реле К к ГУ, которое возбуждается и своим контактом К1 окончательно замыкает плюсовой зажим ГУ на провод № 1. Контакт ТР5 подключает к ГУ лампу «Т» («Торможение»), сигнализирующую о происходящем в ЭПТ процессе.

Постоянный ток, идущий от рабочего провода к рельсам (от зажима +К1), поступает на оба вентиля ВО и ВТ (при таком направлении тока диод Д пропускает его на катушку ВТ). Работу ЭВР № 305 при возбуждении обоих вентилях ВП и ВТ, соответствующую процессу торможения, демонстрирует позиция 3 на рис. 3.

Действие электровоздухораспределителя одинаково во всех трех тормозных положениях ручки крана машиниста (VЭ, V, VI), только при положениях V и VI торможение сопровождается разрядкой тормозной магистрали темпом служебного и экстренного торможения соответственно. В положении VЭ небольшая разрядка тормозной магистрали также имеет место из-за поступления сжатого воздуха в запасные резервуары (где давление понизилось в связи с потреблением воздуха тормозными цилиндрами) через ВР № 292, находящийся в положении отпуска.

Более кратко работу ЭПТ можно сформулировать следующим образом. При **отпуске** и зарядке (положении I или II ручки крана машиниста) оба микропереключателя контроллера КМ выключены и поэтому реле блока управления ТР, К и ПР обесточены, а их контакты находятся в верхнем положении, при котором рабочий провод № 1 и рельсы подключены к источнику переменного тока ГК.

В этом случае вентили электровоздухораспределителя ВО и ВТ не работают как магниты (условно обесточены), что соответствует нормальному положению их клапанов, когда открыт только выпускной клапан вентиля ВО для выпуска воздуха из РК в АТ. Это приводит к нарушению равновесного положения диафрагмы пневматического реле. Она прогибается вверх и открывает выпускной клапан для выпуска воздуха из ТЦ в АТ (позиция 3 на рис. 3).

При **торможении** (положениях VЭ, V и VI ручки крана машиниста) оба

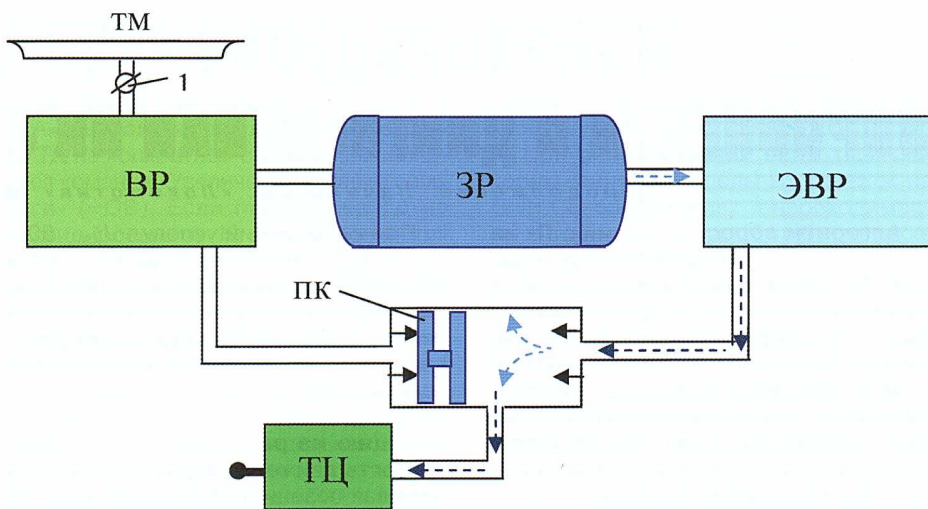


Рис. 8. Пневматическая схема работы пневматического и электропневматического тормозов:

ТМ — тормозная магистраль; 1 — разобщительный кран; ВР — воздухораспределитель; ЗР — запасный резервуар; ЭВР — электровоздухораспределитель; ПК — переключательный клапан; ТЦ — тормозной цилиндр

микропереключателя контроллера КМ включены, реле ТР и К получают питание от ГУ. Их контакты занимают нижнее положение, при котором рабочий провод № 1 подключается к плюсовому зажиму ГУ, а рельсы — к минусовому. В результате оба вентиля ВО и ВТ всех ЭВР № 305 получают питание, что соответствует положению их клапанов, когда открыт только впускной клапан вентиля ВТ для впуска воздуха из ЗР в РК.

Отмеченное приводит к нарушению равновесного положения диафрагмы пневматического реле. Она прогибается вниз и открывает впускной клапан для впуска воздуха из ЗР в ТЦ (позиция 2 на рис. 3). На сигнализаторе горят две лампы: «С» (сигнализирующая об исправности электрических цепей) и «Т» (сигнализирующая, что идет процесс торможения).

При **перекрыше** (положении III или IV ручки крана машиниста) включен только один микропереключатель (левый) контроллера машиниста КМ. Питание от ГУ получают реле блока управления ПР и К. Их контакты находятся в нижнем положении, при котором рабочий провод № 1 подключается к минусовому зажиму ГУ, а рельсы — к плюсовому.

В результате этого направление электрического тока в катушках вентилей ВО и ВТ меняется на противоположное (от рельса к проводу № 1). При этом диод Д не пропускает ток на вентили ВТ, и их впускные клапаны под действием пружины находятся в закрытом нижнем положении.

Выпускные клапаны вентилях ВО притянуты вверх и тоже закрыты. В РК пневматического реле давление прекращает изменяться, и при достижении такого же давления в ТЦ диафрагма займет равновесное горизонтальное положение, при котором оба клапана реле будут закрыты (позиция 1 на рис. 3). На сигнализаторе загораются две лампы: «С» (сигнализирующая об исправности электрических цепей) и «П» (сигнализирующая, что идет процесс перекрыши).

РАЗДЕЛЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕЖДУ ВР И ЭВР

Зарядка запасных резервуаров из тормозной магистрали происходит обычным порядком — через ВР № 292 (рис. 8). Для разделения тормозных процессов между приборами № 292 и № 305 на трубопроводе, идущем к ТЦ, устанавливается переключательный клапан ПК. При всех видах торможения с исправным ЭПТ переключательный клапан за счет быстродействия ЭВР по сравнению с ВР занимает крайнее левое положение, закрывая канал, идущий от ВР № 292 к ТЦ.

В случае неисправности ЭПТ, о чем свидетельствует погасание сигнальной лампы «С», торможение обязательно осуществляется с разрядкой тормозной магистрали положением V или VI ручки крана машиниста. При этом под действием давления сжатого воздуха, идущего из ЗР через ВР № 292 к переключательному клапану, он перемещается в крайнее правое положение и закрывает канал от ЭВР № 305 к ТЦ, выключая электровоздухораспределитель из работы.

К переключательному клапану предъявляются высокие требования по его плотности. Это объясняется тем, что в случае неплотного прилегания ПК к левому седлу (стрелкам) со стороны ВР № 292 при работе ЭПТ, воздух из ТЦ будет уходить в АТ через ВР, находящийся в положении отпуска. Если ПК неплотно прилегает к правому седлу со стороны ЭВР № 305, то при отказе ЭПТ (гаснет сигнальная лампа «С») и переходе на работу автотормозов ТЦ снова оказывается соединенным с АТ через ЭВР, находящийся в положении отпуска.

Чтобы окончательно закрепить свои знания по устройству и действию ЭПТ, необходимо обратиться к более сложным рисункам и схемам, приведенным в технической литературе по автотормозам.

Канд. техн. наук **А.Н. ШАМАКОВ**, профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТа)

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ 2ЭС6

(Продолжение. Начало см. «Локомотив» № 4, 6, 2012 г.)

Алгоритм сброса позиций с П- на СП-соединение. При работе на позициях 45 — 65 и приеме команды «-А», а также на позиции 45 и приеме команды «-1» П-соединения выполняется следующая последовательность событий:

☑ по среднему значению тока возбуждения $I_{всп}$ и магнитной характеристике тягового двигателя (ТД) определяется величина магнитного потока в момент времени ввода команды;

☑ определяется величина магнитного потока для СП-соединения;

☑ по магнитной характеристике для потока $\Phi_{СП}$ определяется ток возбуждения и устанавливается равное его величине задание тока возбуждения для обоих статических преобразователей секции, одновременно вводятся пусковые резисторы для позиции 45;

☑ ТД переключаются на СП-соединение;

☑ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети ($U_{КС}$) и напряжением на ТД ($U_{ТД}$);

☑ если $U_{КС} - 50 > U_{ТД}$, то уставка тока возбуждения для обоих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте;

☑ если $U_{КС} + 50 < U_{ТД}$, уставка тока возбуждения для каждого СТТР секции уменьшается на 5 А в такте.

При выполнении условия $U_{КС} - 50 < U_{ТД} \leq U_{КС} + 50$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на позицию 44. Все приведенные действия при переходе с П- на СП-соединение справедливы для секции со всеми включенными ТД.

Алгоритм сброса позиций с СП- на С-соединение. При работе на позиции 24 — 44 и приеме команды «-А», а также при работе на позиции 24 и приеме команды «-1» СП-соединения выполняется следующая последовательность событий:

☒ по среднему значению тока возбуждения $I_{всп}$ и магнитной характеристике ТД определяется величина магнитного потока $\Phi_{П}$ в момент времени ввода команды;

☒ определяется величина магнитного потока для СП-соединения $\Phi_{С}$;

☒ по магнитной характеристике для потока $\Phi_{С}$ определяется ток возбуждения и устанавливается равное ему по величине задание тока возбуждения для обоих статических преобразователей секции, одновременно вводятся пусковые резисторы для позиции 24;

☒ ТД переключаются на С-соединение;

☒ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД;

☒ если $U_{КС} - 50 > U_{ТД}$, уставка тока возбуждения для обоих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте;

☒ если $U_{КС} + 50 < U_{ТД}$, уставка тока возбуждения для каждого СТТР секции уменьшается на 5 А в такте.

При выполнении условия $U_{КС} - 50 < U_{ТД} \leq U_{КС} + 50$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на позицию 23. Все приведенные действия по переходу с СП- на П-соединение справедливы для секции со всеми включенными ТД.

Алгоритм перехода на ходовую позицию из режима «Выбег». Если скорость движения в режиме «Выбег» (нулевая позиция) от 12 до 24 км/ч, то при вводе команд «+1» или «+А» переход из режима «Выбег» производится на С-соединение в следующей последовательности:

☒ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 в головной секции переключаются на 1-ю позицию;

☒ ТД переключаются на С-соединение, если данная секция не отключена;

☒ задание тока возбуждения для обоих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

☒ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД;

☒ если $U_{КС} - 200 > U_{ТД}$, то уставка тока возбуждения для обоих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте;

☒ при выполнении условия $U_{ТД} \geq U_{КС} - 200$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 18-ю позицию;

☒ для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», при выполнении которой набор производится до ходовой 23-й позиции С-соединения.

Если скорость движения в режиме «Выбег» от 24 до 48 км/ч, то при вводе команд «+1» или «+А» переход из режима «Выбег» на СП-соединение выполняется в следующей последовательности:

☒ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию;

☒ ТД переключаются на СП-соединение, если на секции нет отключенных двигателей;

☒ задание тока возбуждения $I_{в}$ для обоих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

☒ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД;

☒ если $U_{КС} - 200 > U_{ТД}$, то уставка тока возбуждения для обоих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте;

☒ при выполнении условия $U_{ТД} \geq U_{КС} - 200$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на позицию 39.

Для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», при выполнении которой набор производится до ходовой 44-й позиции СП-соединения.

Если скорость движения в режиме «Выбег» превышает 48 км/ч, то при вводе команд «+1» или «+А» из режима

«Выбег» переходят на П-соединение в следующей последовательности:

☒ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию;

☒ ТД переключаются на П-соединение;

☒ задание тока возбуждения $I_{в}$ для обоих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

☒ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД;

☒ если $U_{КС} - 200 > U_{ТД}$, то уставка тока возбуждения для обоих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте;

☒ при выполнении условия $U_{ТД} \geq U_{КС} - 200$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 59-ю позицию.

Для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», после выполнения которой набор производится до ходовой 65-й позиции П-соединения. Если на данной секции имеется одна отключенная группа ТД, то контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются в соответствии с таблицей замыкания контакторов на СП-соединении.

Переход из режима «Выбег» при отсутствии информации о скорости движения. Чтобы определить соединение ТД, на которое должна перейти схема при нулевой позиции и поступлении команды «+1», на головной секции происходит следующее:

* контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию;

* ТД переключаются на П-соединение;

* уставка тока возбуждения изменяется от нуля до 100 А;

* через 0,6 с на головной секции измеряется напряжение на ТД и фактический ток возбуждения $I_{всп}$ при всех включенных ТД или фактический ток возбуждения одной включенной параллельной ветви;

* уставка тока возбуждения снижается до нуля, устанавливаются нулевая позиция и признак соединения ТД, на который должен состояться переход из режима «Выбег»;

* если $U_{ТД} \leq 5,8I_{вф}$, то это признак перехода на С-соединение, когда $5,8I_{вф} < U_{ТД} \leq 11I_{вф}$ — признак перехода на СП-соединение, если $U_{ТД} > 11I_{вф}$ — признак перехода на П-соединение.

В соответствии с установленным признаком переход из режима «Выбег» на С-соединение выполняется в следующей последовательности:

+ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию, ТД — на С-соединение;

+ задание тока возбуждения для обоих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

+ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной

сети и напряжением на ТД: если $U_{Ks} - 200 > U_{Td}$, уставка тока возбуждения для обеих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте, при $U_{Td} > U_{Ks} - 200$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 18-ю позицию. Для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», после выполнения которой набор производится до 23-й ходовой позиции С-соединения.

Если в процессе увеличения уставки тока возбуждения условие $U_{Td} > U_{Ks} - 200$ не соблюдается при достижении уставкой тока возбуждения 400 А, то пуск выполняется по команде «+1» или «+А» (без пропуска позиций).

В соответствии с установленным признаком из режима «Выбег» на СП-соединение переходят в следующей последовательности:

- ☉ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию, а ТД — на СП-соединение, если на секции не отключены группы двигателей;

- ☉ задание тока возбуждения для обеих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

- ☉ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД: если $U_{Ks} - 200 > U_{Td}$, то уставка тока возбуждения для обеих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте, при $U_{Td} > U_{Ks} - 200$ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 39-ю позицию. Для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», после выполнения которой набор производится до ходовой 44-й позиции СП-соединения.

Если в процессе увеличения уставки тока возбуждения условие $U_{Td} > U_{Ks} - 200$ не выполняется при достижении уставкой тока возбуждения 400 А, пуск осуществляется по команде «+1» или «+А» (без пропуска позиций).

В соответствии с установленным признаком переход из режима «Выбег» на П-соединение выполняется в следующей последовательности:

- ♦ контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 1-ю позицию, а ТД — на П-соединение;

- ♦ задание тока возбуждения для обеих статических преобразователей секции изменяется от нуля до 100 А;

- ♦ через 0,6 с проверяется соотношение между напряжением контактной сети и напряжением на ТД: если $U_{Ks} - 100 > U_{Td}$, то уставка тока возбуждения для обеих СТТР секции увеличивается на 5 А в каждом такте, когда $U_{Ks} > U_{Td} \leq U_{Ks} - 100$, контакторы К1 — К4 и К9 — К24 переключаются на 59-ю позицию. Для дальнейшего набора необходимо получение команды «+А», после выполнения которой набор производится до ходовой 65-й позиции П-соединения. Если на данной секции имеется одна отключенная группа ТД, то указанные контакторы переключаются по таблице, соответствующей СП-соединению.

Алгоритм ограничений режима «Тяга». Команда «Выбег» (перевод из режима «Тяга» в режим «Выбег») выполняется за два такта, в первом из которых выключается часть реостатных контакторов для ввода в цепь ТД пусковых

резисторов, во втором выключаются все остальные контакторы. В режиме «Тяга» при токе якоря любого ТД более 800 А блокируется выполнение команд «+1» и «+А», выводится сообщение о перегрузке ТД на конкретной секции и выполняется команда «Увеличение уставки силы тяги» (+ОВ). Если перегрузка ТД не ликвидирована за 10 с, то выполняется команда «-А».

По сигналу «Сильное скольжение» от подсистемы ПСЗ любой из секций выполняется команда «-А». Если через 6 с поступление команды «Сильное скольжение» не прекратилось, команда «-А» выполняется повторно. Для всех реостатных позиций предельное время работы на каждой из них составляет 20 с при токах якоря более 500 А. На позициях 62, 63 и 64 П-соединения при токах якоря более 500 А предельное время работы составляет 12 с.

В случае более длительного нахождения на какой-либо позиции, чем указанные ограничения, происходит принудительный переход на следующую позицию (если до этого применялся набор позиций) или принудительный переход на предыдущую позицию (если до этого был сброс позиций).

Чтобы ограничить броски тока в силовой цепи ТД, в схеме управления применены программные и схемные блокировки включения и отключения линейных и реостатных контакторов. Алгоритм блокировок постоянно совершенствуется по результатам эксплуатации, все изменения вносятся в схему цепей управления для соответствующих электровозов 2ЭС6.

Алгоритм управления возбуждением ТД при регулировании силы тяги.

Ток возбуждения ТД регулируется в зависимости от тока якорей блоком управления СТТР, отдельно для групп тяговых двигателей отдельных тележек. Задание тока возбуждения СТТР каждой отдельной тележки получает от МПСУ и Д секции. Для отключенных групп ТД задание тока возбуждения устанавливается равным нулю, и соответствующий контактор в цепи обмоток возбуждения ТД остается в разомкнутом положении.

На реостатных позициях во время пуска ($R_{пуск}$ не равно нулю), когда выполняется условие: $0,6U_{Ks} \geq U_{Td}$, установленная командами «+ОВ» или «-ОВ» на секции, из которой управляют локомотивом, величина уставки тока возбуждения передается на все секции.

После того как напряжение на ТД в процессе пуска превысит 60 % от величины напряжения в контактной сети, управление ТД переводятся в режим, предусматривающий регулирование силы тяги отдельных тележек. На секции, из которой ведется управление, во время ввода команды «+ОВ» или «-ОВ» и в течение 0,6 с после того вычисляется заданная сила тяги одной тележки следующим образом.

По средней величине тока возбуждения или току возбуждения включенной ветви ТД определяется магнитный поток Ф. Вычисляется сила тяги тележки (сила тяги больше нуля, а

сила торможения меньше). Полученное значение силы тяги тележки передается в качестве задания на все секции и не изменяется до ввода команды «+ОВ» или «-ОВ».

При регулировании силы тяги или торможения ТД отдельных тележек на С- и СП-соединениях и необходимости снизить их на какой-либо тележке уменьшается уставка тока возбуждения соответствующей группы ТД. Для повышения силы тяги или силы торможения ТД уставка тока возбуждения увеличивается.

На П-соединении силу тяги какой-либо тележки увеличивают путем снижения уставки тока возбуждения для ее ТД, а силу торможения — уменьшением уставки тока возбуждения.

При регулировании силы тяги должны выполняться следующие ограничения:

- ★ максимальный ток якорей ТД на С- и СП-соединениях — 650 А;

- ★ максимальный ток якорей ТД для П-соединения — 570 А;

- ★ задание тока возбуждения при пуске ограничивается величиной 600 А.

Алгоритм управления в режиме «Электрическое торможение».

В режиме электрического торможения переходят после получения команды «-ОВ» и «-А» до достижения отрицательных значений силы тяги/торможения. Если сила тяги/торможения достигла отрицательных значений в режиме «Выбег» то:

- ☉ по скорости движения определяется соединение ТД, на котором должна работать схема;

- ☉ путем регулирования тока возбуждения электровоз переводится в режим «Электрическое торможение — рекуперация» с предварительным торможением ограниченной тормозной силой на уровне 30 кН на время от 5 до 10 с;

- ☉ через 5 — 10 с устанавливается заданное машинистом значение силы торможения с учетом условий и ограничений.

Если сила тяги/торможения достигла отрицательных значений в процессе работы на каком-либо соединении ТД, то:

- ☉ на данном соединении ТД путем регулирования тока возбуждения применяется режим «Электрическое торможение — рекуперация» с предварительным торможением ограниченной тормозной силой на уровне 30 кН на время от 15 до 20 с;

- ☉ через 15 — 20 с устанавливается заданное машинистом значение силы торможения с учетом условий и ограничений;

- ☉ в случае отсутствия потребления энергии подключаются пусковые резисторы, и схема переходит в режим «Рекуперативно-реостатное торможение».

Если на выбранном соединении ТД в процессе замедления поезда реализация заданной силы становится невозможной из-за достижения ограничения по току возбуждения, то производится переход на следующее соединение ТД со снижением силы торможения. В режиме электрического торможения при переходе с одного соединения на дру-

Таблица 1
Ограничение сил тяги и торможения
в зависимости от скорости движения

Скорость, км/ч	Сила тяги, кН	Сила торможения, кН
0	154	127
5	134	107
10	129	103
15	126	100
20	123	99
25	121	97
30	199	95
35	117	94
40	115	92
45	114	91
50	112	90
55	110	88
60	109	87
65	107	86
70	105	84
75	104	83
80	102	82
85	100	80
90	99	79
95	97	78
100	96	76

гое обеспечивается подтормаживание пневматическими тормозами в момент смены соединений ТД. При этом теряет питание клапан КЭБ1 и получает питание вентиль ЭПВ, который, воздействуя на реле давления, обеспечивает наполнение тормозных цилиндров до давления 0,15 — 0,18 МПа.

После перехода на другое соединение ТД теряет питание вентиль ЭПВ, но

Таблица 2
Ограничения скорости
изменения тока возбуждения

Соединение ТД	Текущее значение тока возбуждения I_v , А	Требуемая скорость изменения тока возбуждения, А/с
С	< 200	6
	$200 < I_v \leq 350$	16
	> 350	50
СП	< 200	3
	$200 < I_v \leq 350$	8
	> 350	24
П	< 200	1,5
	$200 < I_v \leq 350$	4
	> 350	12

получает питание клапан КЭБ1, блокируя пневматические тормоза. Когда заданное значение силы торможения не удается установить из-за ограничения по напряжению в контактной сети, производится переход из режима «Электрическое торможение — рекуперация» в режим «Электрическое торможение — реостатное» через режим «Выбег».

Алгоритм ограничений управления режимами тяги и электрического торможения. В режимах электрического торможения максимальный ток якоря составляет 550 А, максимальный ток возбуждения — 600 А. В режиме рекуперативного торможения напряжение на ТД ограничивается на уровне 3900 В. При достижении этой величины прекращается увеличение уставки тока возбуждения.

Если при рекуперативном торможении напряжение контактной сети превышает 3800 В, то параллельно ТД секции включаются пусковые резисторы, сопротивление которых соответствует 1-й позиции. Отключаются пусковые резисторы после снижения напряжения в контактной сети до 3400 В.

В процессе регулирования силы тяги отдельных тележек проверяется соотношение заданной силы тяги и ограниченной силы тяги и торможения по сцеплению, которые определяются по скорости движения в соответствии с данными табл. 1. Если заданная сила тяги превышает ограничение по сцеплению или заданное значение силы торможения менее ограничения тормозной силы по сцеплению, то на дисплей выводится соответствующее сообщение. В случае, когда после устранения боксования или юза колесных пар какой-либо тележки происходит повторный срыв сцепления в ней менее чем через 15 с, задание силы тяги или силы торможения снижается на 5 % за 1 мин.

Чтобы обеспечить скорость изменения токов якорей ТД при регулировании сил тяги и торможения на уровне от 100 до 150 А/с, необходимо ограничивать скорость изменения тока возбуждения тяговых двигателей (табл. 2).

(Продолжение следует)

ВАМ ПРЕДЛАГАЮТ НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ФГБОУ «УМЦ ЖДТ») издало:

КНИГИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ

Пройсс Эрик. **Аварии и катастрофы на железных дорогах Германии. Причины. Предпосылки. Последствия (перевод с нем.)**. 2012. — 188 с. Цена — 885 руб.

В книге рассказывается о крупнейших авариях и катастрофах на железных дорогах Германии, которые в свое время поколебали веру в надежность техники и подорвали престиж высокоскоростных железных дорог. Автор компетентно и обстоятельно отображает ход судебных разбирательств причин аварий и катастроф. Приводится оценка работы диспетчерских служб, машинистов, лиц, связанных с управлением эксплуатационными процессами.

Издание будет полезно практическим работникам железнодорожного транспорта.

Дайлидко А. А. **Метрология, стандартизация и сертификация**. Электронный аналог печатного издания. 2009. Цена — 336,3 руб.;

В учебном пособии подробно изложены основы метрологии, стандартизации и сертификации технических измерений и управления качеством, объяснено использование в различных отраслях предприятий железнодорожного транспорта.

Может быть полезно работникам железнодорожного транспорта.

Галаурда В. Г. **Транспортный маркетинг**. Электронный аналог печатного издания. 2011. Цена — 336,3 руб.

В учебнике даны уточнения общих понятий концепции маркетинга на транспорте, дополнена характеристика транспортного рынка и продукции транспорта, расширены методы и способы изучения конъюнктуры рынка транспортных услуг, технологии проведения маркетинговых исследований и

формирования спроса на перевозки, планирования и управления транспортным маркетингом с использованием информационных технологий, даны новые методы оценки качества транспортного обслуживания и конкуренции на транспорте, изложены новые подходы к разработке ценовой и коммуникационной политики в отрасли, а также особенности маркетинга вспомогательной (прочей) деятельности транспортных предприятий с учетом аутсорсинга и методы определения экономической эффективности маркетинговых мероприятий на транспорте в современных условиях.

Учебник предназначен для использования в практике управления на транспортных предприятиях.

Данилин В. Ф. **Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятий железнодорожного транспорта**. Электронный аналог печатного издания. 2008. Цена — 336,3 руб.

В учебнике изложены содержание, значение и роль экономической диагностики и анализа хозяйственной и финансовой деятельности предприятий в системе реформирования экономики железнодорожного транспорта. Приведены основные приемы и способы аналитической работы по оценке фактического состояния экономики предприятия. Достаточно внимание уделено теоретическим принципам построения методики анализа организационно-технического уровня производства; объемов и качества выполняемых работ; эффективности использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов, основных и оборотных средств; экономических результатов и финансовой диагностики предприятия в условиях рыночной экономики.

Учебник может быть использован практическими работниками.

Козырев В. А. **Менеджмент на железнодорожном транспорте**. Электронный аналог печатного издания. 2009. Цена — 336,3 руб.;

В учебном пособии изложены ключевые составляющие типологии менеджмента на железнодорожном транспорте: корпоративный, стратегический, инновационный, кадровый, социальный и финансовый менеджмент.

Будет полезно специалистам — функциональным и линейным руководителям железнодорожного транспорта.

По вопросам приобретения обращаться в ФГБОУ «УМЦ ЖДТ»: 105082, г. Москва, ул. Бакунинская, д. 71; тел. (495) 739-00-31
E-mail: marketing@umczdt.ru

ФИЛИАЛЫ ГБОУ «УМЦ ЖДТ»:

664029, г. Иркутск, ул. 4-я Железнодорожная, д. 14-а;
630003, г. Новосибирск, ул. Владимировская, д. 15-д;
344019, г. Ростов-на-Дону, ул. 9-я линия, д. 10;
443030, г. Самара, ул. Чернореченская, д. 29-а;
680000, г. Хабаровск, ул. Фрунзе, д. 39-а;
454005, г. Челябинск, ул. Цвиллинга, д. 63;
150000, г. Ярославль, ул. Революционная, д. 28;

факс (ж.д.): **992-46-4-37-27**,
факс (ж.д.): **978-2-36-43, 978-2-27-35**,
факс (гор.): **8-8-632-53-51-65**,
факс (гор.): **8-846-372-63-08**,
факс (ж.д.): **998-4-98-61**,
факс (ж.д.): **972-41-4-34-89**,
факс (гор.): **(4852) 72-55-95**,

e-mail: irk@umczdt.ru;
e-mail: novosib@umczdt.ru;
e-mail: rostov@umczdt.ru;
e-mail: samara@umczdt.ru;
e-mail: hab@umczdt.ru;
e-mail: chel@umczdt.ru;
e-mail: yar@umczdt.ru

АВТОВЕДЕНИЮ ЛОКОМОТИВОВ — ЗЕЛЕНЫЙ СВЕТ

Принципы, лежащие в основе современных разработок систем автоведения Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института подвижного состава (ОАО «ВНИКТИ»), были опробованы при создании системы автоведения на базе микропроцессорных систем управления АСУБ «Локомотив» в 1998 — 2000 гг. и МСУД на тепловозе ТЭП70-316 (приписки депо Санкт-Петербург-Витебский) в 2007 — 2008 гг.

Дальнейшее развитие эти принципы получили благодаря разработке и внедрению микропроцессорной системы управления и диагностики (МСУ-ЭП) с функцией автоведения на электровоз ЭП2К № 030 (приписки депо Санкт-Петербург-Пассажирский-Московский) в 2009 г., где он эксплуатируется по настоящее время.

Структурная схема подсистемы автоведения приведена на рис. 1. Данная подсистема реализована на базе системы МСУ-ЭП, в состав которой входят:

- ♦ устройство обработки информации (УОИ);
- ♦ дисплейный модуль первой и второй кабин (ДМ1 и ДМ2);
- ♦ комплект датчиков и кабелей связи;
- ♦ модем GSM/GPRS;
- ♦ антенна;
- ♦ энергонезависимое запоминающее устройство (flash-диск);
- ♦ звуковая система.

При ее работе используются связи УОИ по CAN-интерфейсам со следующими устройствами:

- ⇒ системой КЛУБ-У через блок ШЛЮЗ-CAN;
- ⇒ САУТ-ЦМ через блок ШЛЮЗ-CAN;
- ⇒ краном машиниста № 130 (УКТОЛ).

Текущая координата пути, допустимая скорость движения и сигналы АЛСН принимаются от системы безопасности КЛУБ-У. Чтобы управлять режимами тяги и электрического торможения, используется аппаратура МСУ-ЭП. Управление пневматическим и электропневматическим тормозами осуществляется дистанционно через кран машиниста № 130.

Подсистема автоведения обеспечивает:

☑ автоматическое управление режимами тяги, электродинамического, электропневматического и пневматического торможения;

☑ соблюдение постоянных и временных ограничений скорости, а также ограничений, накладываемых показаниями локомотивного светофора;

☑ соблюдение расписания с точностью ± 30 с. Есть два режима исполнения расписания: с соблюдением времени прохождения всех обязательных контрольных точек пути или контрольных точек, заданных машинистом. Происходит автоматический переход в режим нагона времени в случае отставания от графика движения;

☑ автоматическое включение и отключение режима движения «по удалению» с возможностью его отмены машинистом;

☑ расчет траектории движения поезда с учетом минимизации расхода электроэнергии;

☑ автоматический (со специально подготовленного съемного носителя) или ручной (машинистом) ввод в диалог информации о номере поезда, количестве вагонов, весе поезда, составе временных ограничений скорости;

☑ отображение необходимой для машиниста информации (текущая и расчетная скорости, расположение светофоров, препятствий, постоянные и временные ограничения скорости, расположение станций, графиковое и прогнозируемое время прибы-

тия на следующую станцию, профиль пути и др.). При этом расчетная скорость поезда показывается в виде графика скорости на ближайшие 5 км, что позволяет сделать прогноз будущего режима ведения поезда;

☑ выдачу машинисту речевой предупредительной информации о смене сигнала локомотивного светофора, о подъезде к местам временных ограничений скорости, наличии на пути искусственных сооружений (переездов, мостов, переходов), о необходимости провести пробу тормозов, о подъезде к станции с остановкой по графику и т.д.

При расчете траектории движения используется следующий приоритет выполняемых функций:

⇒ обеспечение безопасности движения, которое достигается безусловным соблюдением всех видов ограничений скорости, правил подъезда к светофорам, ограничивающим или запрещающим движение;

⇒ соблюдение расписания движения с точностью ± 30 с и автоматическим нагоном времени при наличии опоздания;

⇒ комфортность пассажиров, которая обеспечивается благодаря накладываемым при расчете ограничениям на управление, предотвращающим появление продольно-динамических сил в составе из-за резких переходов из режима тяги в торможение и обратно, а также особенностей профиля пути;

⇒ экономия электроэнергии за счет выбора рациональных режимов движения поезда с максимальным использованием имеющегося запаса кинетической энергии состава и сведения к минимуму времени нахождения на реостатных позициях.

Обязательным условием перевода локомотива в режим автоведения является успешно заверченный ввод параметров, в ходе которого машинисту необходимо ввести в подсистему автоведения количество вагонов, вес поезда (с локомотивом), его номер, а также временные ограничения скорости движения. Кадр ввода параметров автоведения представлен на рис. 2.

После ввода номера поезда машинисту на протяжении всего пути доступна опция корректировки расписания. Кадр корректировки расписания дисплейного модуля представлен на рис. 3.

Машинист по команде диспетчера может изменить время прибытия на выбранную станцию, отменить техническую стоянку на ней, а также выбрать контрольные точки в расписании движения. При следовании с соблюдением расписания в режиме «по контрольным точкам» подсистема автоведения соблюдает время прохождения только тех станций, которые заданы контрольными.

После успешного ввода исходных данных на экране дисплейного модуля становится доступным окно «Навигатор», в котором отображается информация о пути следования поезда из бортовой базы данных подсистемы автоведения.

Для входа в режим автоведения машинист должен выполнить следующие действия:

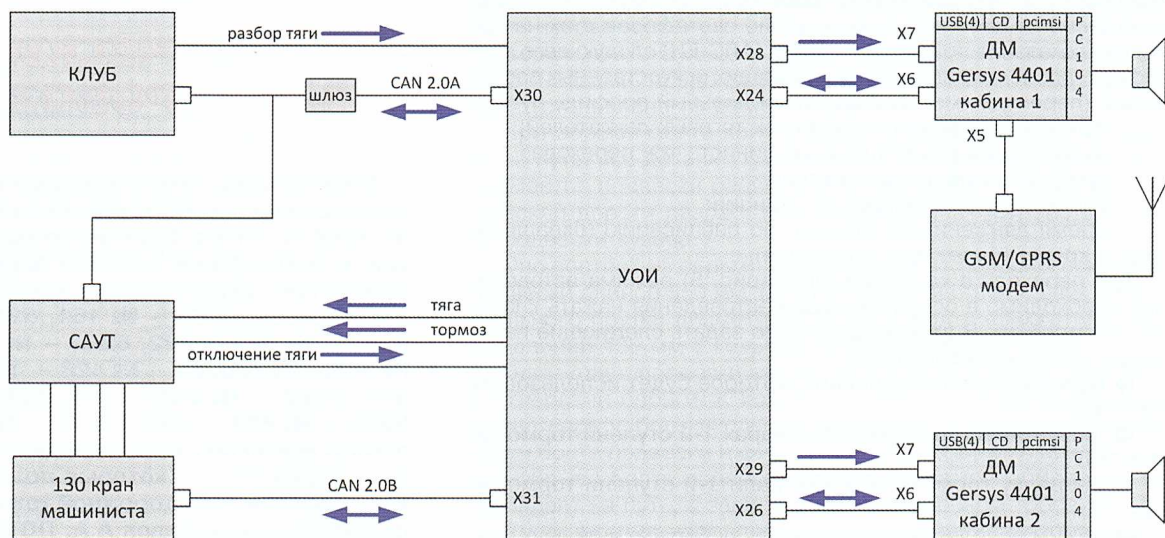


Рис. 1. Структурная схема подсистемы автоведения

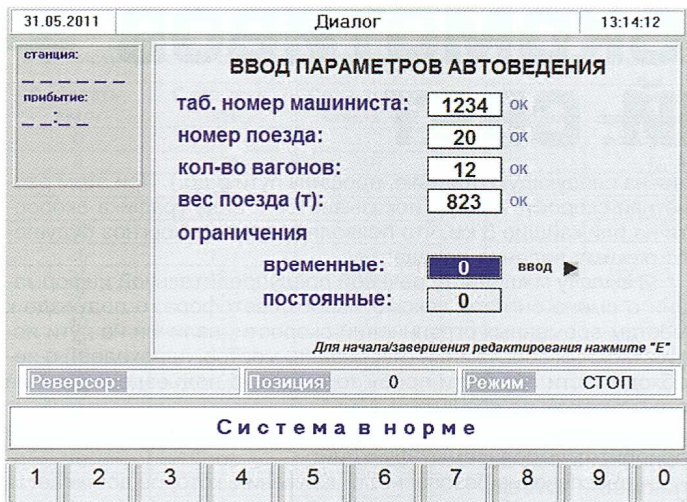


Рис. 2. Кадр ввода параметров автоведения дисплейного модуля

▶ на нулевой или любой ходовой позиции контроллера машиниста (без ослабления поля) и при поездном положении тормозного крана нажать кнопку «Автоведение»;

▶ когда на экране дисплейного модуля появится системное сообщение «Установите контроллер в положение «Н», перевести контроллер в положение «Н». Система управления проверит исправность всех датчиков и цепей управления (использование функции автоведения на аварийных схемах работы электровоза, а также с отключенными тяговыми двигателями и блоками резисторов запрещено), а также наличие входных данных. Если нет признака успешно завершено ввода параметров автоведения, то на экране дисплейного модуля появится сообщение «Введите исходные данные».

При наличии всех исходных данных в подсистеме автоведения на экране появится кадр «Навигатор. Режим «автоведение»». Пример зафиксированного кадра автоведения приведен на рис. 4.

В этом режиме на экран выводится следующая информация:

- ▶ системное (московское) время (часы, минуты, секунды), текущая дата (день, месяц, год) и режим управления («Автоведение», «Советчик»);
- ▶ целевая позиция контроллера машиниста системы автоведения и режим;
- ▶ название текущего пункта контроля (станции) и времени прибытия на него (из расписания, часы, минуты);
- ▶ прогнозируемое время прибытия на следующий пункт контроля времени при режиме управления «Автоведение» (часы, минуты). Оно не отображается в случае движения на красном и желтом сигналах локомотивного светофора;
- ▶ действующая тяговая позиция системы управления, режим работы локомотива, соединение двигателей;
- ▶ фактическая скорость поезда в виде графика (км/ч), на котором с помощью визира указываются числовое значение скорости и настоящее положение поезда (желтым цветом);
- ▶ на ближайшие 5 км: график (км/ч) ограничений скорости (красным цветом), расчетную траекторию движения по скорости (зеленым цветом), расположение светофоров с их названиями, показание по сигналам АЛСН (АЛС-ЕН) следующего светофора, расположение впереди лежащих искусственных сооружений (переезды, мосты и др.) и продольный профиль пути;
- ▶ фактический максимальный ток тяговых двигателей;
- ▶ заданный на контроллере машиниста ток перехода;
- ▶ средняя скорость на перегоне;
- ▶ расстояние до следующей станции;
- ▶ время движения до станции по расписанию (окрашивается в красный цвет при опоздании).

Для перехода в кадр настройки (рис. 5) режима автоведения необходимо в основном кадре автоведения нажать клавишу «Настройки». В этом кадре можно задать следующие параметры функции автоведения:

- ⇒ максимальное соединение, которое будет использовать система;
- ⇒ давление в тормозных цилиндрах 1-й ступени торможения ЭПТ;
- ⇒ разрядку тормозной магистрали 1-й ступени торможения ПТ;
- ⇒ режим исполнения расписания; выбирается из двух возможных вариантов: по перегонам — с соблюдением време-

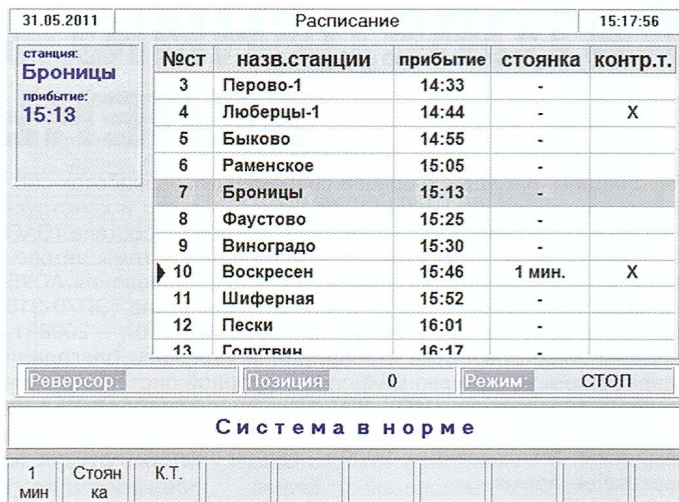


Рис. 3. Кадр корректировки расписания дисплейного модуля

ни прохождения всех контрольных пунктов расписания движения, по контрольным точкам — с соблюдением времени прохождения пунктов, отмеченных как контрольные точки в расписании движения;

- ⇒ регулировку громкости речевой предупредительной информации;
- ⇒ изменение участка движения поезда.

Любое вмешательство в органы управления машинистом (рукоятка контроллера машиниста, тормозного крана, кнопка «Автоведение») приводит к выходу из автоведения с фиксацией последней установленной в системе управления позиции (режима работы) и автоматическим включением режима советчика.

В темное время суток у машиниста есть возможность настроить яркость дисплея, а также перейти в ночной режим основных кадров дисплея с повышенной контрастностью.

Отличительными особенностями подсистемы автоведения являются:

- ♦ интеграция в систему управления на функциональном уровне, не требующая установки дополнительных блоков на локомотив;
- ♦ привязка координаты подсистемы автоведения к координате, получаемой от КЛУБ-У;
- ♦ возможность удаленного доступа к зарегистрированным параметрам движения поезда;
- ♦ графическое построение траектории движения, позволяющее машинисту прогнозировать режим ведения поезда до следующей станции.

В течение эксплуатационных испытаний системы специалисты ОАО «ВНИКИ» сопровождали электровоз в поездках, фиксируя все замечания машинистов по режимам ведения поезда подсистемой автоведения, введения настроек тех или иных параметров подсистемы, а также вида основного и вспомогательных кадров в режиме автоведения. По итогам каждой поездки вносились корректировки в программное обеспече-

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОВАЗА ЧС4Т

Цветные схемы — на вкладке

Электровазы чехословацкого производства ЧС4Т поступали на отечественные железные дороги с 1973 по 1986 г. Всего было изготовлено 509 локомотивов, в конструкцию которых периодически вносили изменения. Существовали десять заводских серий электровазов: 62Е0 — № 161, 62Е1 — № 232 — 262, 62Е2 — № 263 — 322, 62Е3 — № 323 — 362, 62Е4 — № 363 — 427, 62Е5 — № 428 — 477, 62Е6 — № 478 — 547, 62Е7 — № 548 — 607, 62Е8 — № 608 — 650, 62Е9 — № 651 — 700, 62Е10 — № 701 — 740. Предлагаем вниманию читателей цветные схемы электровазов серии 62Е10, которые подготовил преподаватель Воронежской дорожной технической школы машинистов локомотивов А.А. ПОТАНИН.



Рис. 4. Основной кадр подсистемы автоведения

печение. Вид кадров дисплейного модуля электровоза ЭП2К-030 полностью соответствует требованиям «Методических рекомендаций по оптимизации алгоритма, методов и механизмов информационного обеспечения машинистов магистральных локомотивов, работающих без помощников в пассажирском и грузовом движении», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 17.12.2009 № 2606р.

Для определения энергоэффективности функции автоведения в рамках эксплуатационных испытаний было проведено 30 контрольных поездок с поездом № 71/72 на участке Санкт-Петербург — Бабаево — Санкт-Петербург (состав находился в режиме автоведения более 75 % пути). Средний удельный расход электроэнергии составил 113,2 кВт·ч/10 тыс. т·км брутто, что на 7,2 % меньше по сравне-

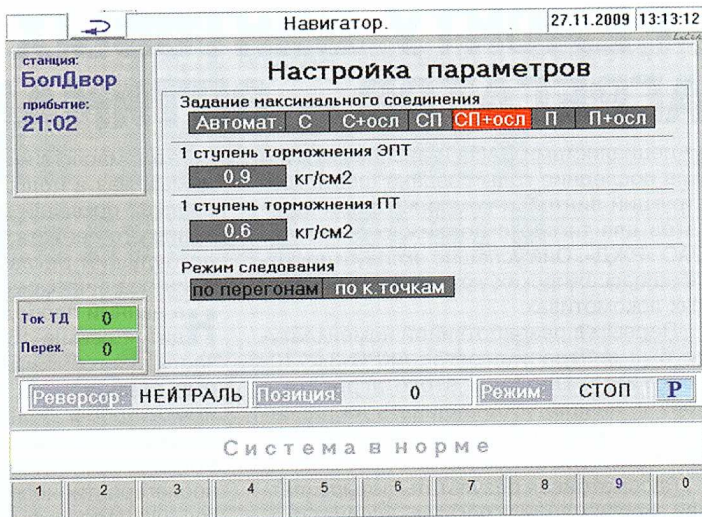


Рис. 5. Кадр настройки параметров подсистемы автоведения

нию с нормой удельного расхода для электровозов ЭП2К (122 кВт·ч/10 тыс. т·км брутто).

Подсистема автоведения разработки ОАО «ВНИКИ» реализована также на опытном тепловозе ТЭП70БС-156. Эксплуатационные испытания тепловоза с данной системой, проходившие на Приволжской дороге под управлением машинистов локомотивного депо Саратов, показали, что экономия топлива по сравнению с установленной нормой расхода составила 7,9 %.

В настоящее время рассматривается вопрос о серийном внедрении подсистемы автоведения на тепловозах ТЭП70БС.

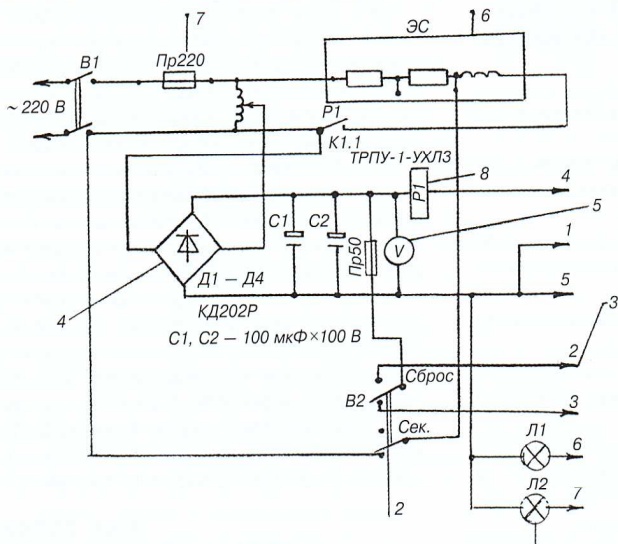
Канд. техн. наук **С.И. КИМ**,
инженеры **А.А. ПРОНИН**, **Л.М. ВОРОНКОВА**,
ОАО «ВНИКИ»

ПРЕДЛАГАЮТ РАЦИОНАЛИЗАТОРЫ

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ БЛОКОВ СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Рационализаторы депо Сызрань Куйбышевской дороги разработали прибор, который позволяет настраивать блоки предварительной световой сигнализации типа Л-77 электровозов серии ВЛ10 (см. рисунок). Прибор собран в прямоугольном металлическом корпусе размером 450×210×210 мм. На задней панели прибора установлены вольтметр, электросекундомер, автотрансформатор, тумблер и источники индикации.

При включении тумблера в положение «Сеть» при помощи автотрансформатора устанавливается напряжение 50 В, которое контролируется вольтметром. Включением тумблера в положение «Секундомер» можно подать напряжение на



Стенд проверки блоков Л-77:

1 — лампочки; 2 — выключатель; 3 — разъем; 4 — диоды; 5 — вольтметр; 6 — электронный секундомер; 7 — предохранитель; 8 — реле

вывод 3 блока Л-77. На выводы 1, 5, 6 в блок Л-77 подается отрицательное напряжение, создается имитация нажатия кнопки РБ-1. Увеличивается выдержка снятия напряжения с ЭПК (6 — 8 с).

Выдержка времени контролируется по электросекундомеру ПВ-53Л. Лампа Л1 отражает напряжение питания РБ-3, а лампа Л2 индицирует начало проверки блока Л-77.

Рационализаторское предложение внедрено в депо Сызрань в 2009 г. и направлено на повышение качества проверки блоков Л-77.

СТРАХОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО БОЛТА ПОДВЕСКИ КУЗОВА ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ

Вследствие длительной эксплуатации тепловозов ЧМЭЗ болты подвески кузова тепловоза могут оборваться. Узел подвески кузова состоит из следующих деталей: подвесного болта, серьги, фиксирующего болта, гайки, сферического вкладыша с гнездами, предохранительного троса. На каждом тепловозе установлено по восемь подвесок.

При обрыве болта конструкция саморазбирается и падает на путь, все детали утрачиваются. Для исключения потери элементов подвески рационализаторы депо Сызрань Куйбышевской дороги разработали страховочное устройство болта подвески кузова.

Оно состоит из серьги, выполненной из полосного железа, подвески длиной 350 мм, изготовленной из троса, двух петель стального прутка диаметром 10 мм и болта (фиксатора гайки) длиной 130 мм с кольцом на безрезьбовой части.

Один конец подвески закрепляют в кольцо болта, другой — в отверстие серьги. К консоли на болт крепления балочки ставят серьгу, болт с кольцом помещают в отверстие нижней части болта подвески и фиксируют двумя гайками М10. В случае обрыва болта подвески последняя саморазбирается, но не падает на путь, а заводится на страховочном тросе.

Предложение направлено на обеспечение безопасности движения поездов.

РЕМОНТУ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ — ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕГЛАМЕНТ



Специалистами ОАО «Транспневматика» в последние годы создано шесть конструкций винтовых компрессорных агрегатов для тягового подвижного состава ОАО «РЖД». Они успешно эксплуатируются на пассажирских, грузовых и маневровых локомотивах.

Первым в разработанной номенклатуре был винтовой агрегат АКРВ 3,2/10-1000У2М1. Образцы этого агрегата с 2007 г. начали устанавливать на пассажирские электровозы производства ОАО ХК «Коломенский завод».

Рассматривая результаты четырехлетней эксплуатации агрегатов, следует сказать, что прошедшие годы подтвердили в целом их технические характеристики, нормативные сроки и объемы работ при обслуживании, которые задавались на агрегат в начале его разработки. Можно сказать, что агрегат нашел свое место, вписался в существующие условия эксплуатации, стал понятным обслуживающему персоналу как в устройстве, так и в обслуживании.

Вместе с тем, необходимо отметить, что именно по опыту эксплуатации данных агрегатов на электровозах удалось выявить отдельные моменты, по нашему мнению, являющиеся закономерными и характерными для винтовых компрессоров, эксплуатируемых на этих локомотивах. Полученная информация может служить неопределяемой базой для более полного понимания условий работы винтовых компрессоров, для решения возникающих вопросов и может быть использована при формировании технических требований.

В период гарантийной эксплуатации агрегатов (первые три года с начала эксплуатации) обслуживание агрегатов проводили специалисты сервисной службы, созданной в ОАО «Транспневматика», при активной помощи представителей сервисной службы ОАО ХК «Коломенский завод», находившихся в депо Барабинск Западно-Сибирской дороги. Сроки гарантийного обслуживания агрегатов были «привязаны» к локомотивам.

Обслуживание агрегатов в гарантийный период сводилось к:

- ➔ осмотру внешнего вида, продувке всасывающих воздушных фильтров, замене всасывающих и масляных фильтров в установленные нормативные сроки, контролю уровня и загрязненности масла, пополнению смазки в приводных двигателях;
- ➔ обучению персонала депо особенностям устройства и обслуживания винтовых агрегатов, разработки каталогов ЗИП, обучающих плакатов, ремонтной документации;
- ➔ регулярным выездам в депо представителей сервисной службы предприятия для планового наблюдения за работой агрегатов, решения всех возникающих вопросов;
- ➔ поддержанию неснижаемого комплекта ЗИП в депо.

Агрегаты с локомотивов не демонтировали. У обслуживающего персонала депо появилась уверенность в обращении с агрегатами при их обслуживании.

Особо следует отметить, что за четыре с лишним года эксплуатации винтовых аг-

регатов масло в них не менялось. Проводимые раз в полгода отборы масла для анализа показали незначительные изменения его свойств. Это и предопределило будущий регламент смены масла — один раз в четыре года.

На данный период в эксплуатации находится свыше 160 агрегатов, большая часть из них прошла трехлетний гарантийный период, и на сегодня электровозы имеют пробег более 600 тыс. км. Учитывая это, появилась необходимость выработки и принятия мер по организации послегарантийного обслуживания агрегатов для поддержания их дальнейшего работоспособного состояния в установленные и согласованные сроки периода жизненного цикла.

Вновь организованной структурой сервисного обслуживания — ООО «ТМХ Сервис» — было принято решение о передаче послегарантийного обслуживания и ремонта изделий их изготовителям с гарантией обеспечения ими полной ответственности за выполненные работы. Поэтому руководство ОАО «Транспневматика» решило организовать ремонт винтовых агрегатов у себя.

Первоначально сложность в организации ремонта винтовых агрегатов обуславливалась тем, что ни у нас, ни в ОАО «РЖД» не было опыта организации ремонта винтовых компрессоров и какой-либо нормативной базы. Все пришлось создавать вновь — требуемую документацию, обучение персонала, задействованного в ремонте, подготовку производства, изыскивать денежные средства. Считаем, что поставленная задача нами решена.

В основу проведения ремонта было положено:

- ▶ получение изделия от заказчика;
- ▶ анализ текущего состояния изделия;
- ▶ решение вопроса о необходимости замены того или иного узла в изделии;
- ▶ проведение ремонта;
- ▶ испытания каждого отремонтированного изделия в объеме существующих приемо-сдаточных испытаний на аттестованном испытательном оборудовании;
- ▶ сдача отремонтированного изделия заводскому инспектору-приемщику ОАО «РЖД»;
- ▶ передача отремонтированных изделий заказчику.

Для проведения качественного ремонта в ОАО «Транспневматика» были решены следующие вопросы:

- ➔ созданы ремонтная база, рабочие места, освоены необходимые технологии, изготовлена оснастка;
- ➔ сформирован требуемый запас ЗИП;
- ➔ разработана необходимая документация.

В основу идеологии ремонта были положены следующие условия:

- ➔ проведенный ремонт должен быть качественным, с минимальными обособленными затратами;
- ➔ должны быть соблюдены лимитированные сроки проведения ремонта, не нарушающие сроки, установленные для проведения ремонта локомотивов;
- ➔ цены на отремонтированные изделия должны быть привлекательными для заказчика;

➔ на отремонтированное изделие заказчик получает гарантийные обязательства и комплект запасных частей на период эксплуатации агрегатов до пробега локомотивом очередных 600 тыс. км.

Принятая ОАО «Транспневматика» концепция проведения ремонтов агрегатов позволит нам более объективно оценивать их конструкцию, качество производства, полностью адаптировать к условиям эксплуатации, своевременно разрабатывать и внедрять в конструкцию и производство изменения, направленные на бесперебойную работу агрегатов, снижать затраты на их обслуживание и в целом стоимость жизненного цикла, повышать экономическую отдачу от их эксплуатации.

В качестве первого шага в вопросе проведения ремонта, отработки всех его процессов было принято решение начать ремонт винтовых агрегатов АКРВ3,2/10-1000М1, поступающих на Ярославский электровозоремонтный завод в составе электровозов ЭП2К для проведения среднего ремонта. В настоящее время сделан ремонт шести таких винтовых агрегатов. Заключены договора на ремонт до конца года 25 агрегатов и других изделий.

К слову, хочется отметить, что, говоря о начале ремонта винтовых агрегатов АКРВ3,2/10-1000М1, работающих на электровозах ЭП2К, мы готовы также делать аналогичные ремонты и обслуживания других выпущенных нами винтовых агрегатов, эксплуатирующихся на локомотивах ОАО «РЖД».

Кроме ремонта винтовых агрегатов, в планах предприятия — ремонт и обслуживание прочей выпускаемой нами тормозной продукции для ОАО «РЖД». Так, с начала текущего года нами уже проведены ремонты:

- ◆ гидродемпферов, эксплуатируемых на магистральных локомотивах производства ООО «ПК «НЭВЗ» и ОАО ХК «Коломенский завод»;

- ◆ поршневых компрессоров ВУ3,5/10-1450 и их приводов, установленных на маневровых тепловозах ЧМЭЗ;

- ◆ тормозных цилиндров со встроенным регулятором.

В планах ОАО «Транспневматика» — дальнейшее наращивание ремонтов и обслуживания выпускаемых изделий, эксплуатируемых на тяговом подвижном составе ОАО «РЖД», продолжение активного сотрудничества с ООО «ТМХ Сервис».

Мы считаем оптимальным регламент технического обслуживания комплекта тормозных приборов при проведении ТР-1 и ТР-2 непосредственно в депо и через каждые 600 тыс. км пробега локомотива на заводе-изготовителе с гарантией их работы в течение очередных 600 тыс. км пробега. Подобный регламент существенно улучшает качество ремонта гидродемпферов, компрессорных агрегатов, тормозных цилиндров со встроенным регулятором, не требует наличия специального оборудования и персонала на локомотиворемонтных заводах.

А.Ю. ГАЛКИН,
главный конструктор
по компрессоростроению
ОАО «Транспневматика»

27. ОТКЛЮЧАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ И РУБИЛЬНИКИ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

(Продолжение. Начало см. «Локомотив» № 1 — 12, 2008 г.; № 1 — 12, 2009 г.; № 1, 3 — 12, 2010 г.; № 1 — 5, 7 — 12, 2011 г., № 1 — 6, 2012 г.)

Силовые цепи электровозов предусматривают не только нормальный, но и аварийный режим работы при выходе из строя какого-либо электрического аппарата. При этом отключатель двигателей служит для отключения неисправного тягового двигателя (ТД).

На грузовых электровозах постоянного тока ВЛ11 отключатели двигателей работают следующим образом. В нормальном режиме (рис. 1) ток протекает через реле РТ35, кабель 032, силовые контакты ПкД1, кабель 033 и далее через якорные обмотки и обмотки возбуждения М1 — М2 ТД, силовой контакт ПкД1, кабель 048, контакт 4 ПкГ2, кабель 076 в цепь ТД3, ТД4. При неисправности ТД1 или ТД2 контакты ПкД1 собирают аварийную схему в кабелях 032 — 076 в обход обмоток ТД1, ТД2, отключая двигатели со стороны «плюса». Второй контакт ПкД1 в кабеле 048 отключает ТД со стороны «земли». Таким образом, ТД оказываются отключенными с двух сторон силовой цепи. На электровозах ВЛ10 есть несколько особенностей отключения ТД первого кузова, но принцип разрыва силовой цепи с двух сторон неизменен.

На электроподвижном составе применяется несколько конструктивных схем отключателей двигателей. Отключатель ОД-8Б-2 локомотивов ВЛ10 (рис. 2) состоит из каркаса 1, на котором укреплены контактные элементы. Каждый контактный элемент состоит из двух гетинаксовых стоек 9, между которыми жестко установлены неподвижные контакты: верхний 2 и нижний 10, а также кронштейн 7 подвижного контакта с двумя медными контактными ножами 6.

Своими выступами эти ножи прижимаются пластинчатой пружиной 4 к неподвижным контактам. Для улучшения контакта между кронштейном 7 и ножами 6 применены тарельчатые шайбы. Контактные элементы бывают одиночными с изоляционной рукояткой 5 на контактных ножах или спаренными с рукоятками 3, соединяющими две пары соседних контактных ножей.

При нормальной работе ТД контактные элементы ОД-8Б (три спаренных и один одиночный) находятся в верхнем положении. Ножи имеют механическую блокировку (изолирующую планку), обеспечивающую правильность переключения контактных элементов при отключении неисправного ТД.

Правый одиночный нож служит для переключения питания ТД от низковольтного источника при вводе/выводе электровоза в/из депо. Нормальное положение этого элемента — нижнее. При вводе электровоза в депо нож переводят в верхнее положение. Одновременно блокировочная тяга размыкает цепь питания вентилях токоприемников. В нижней части каркаса отключателей двигателей расположены все блокировочные устройства, выполненные в виде блок-контактов мостикового типа. Они изменяют алгоритм работы цепей управления при постановке ножей в аварийный режим работы ТД.

В блокировочное устройство входят изоляционный рычаг 8, соединенный с контактным рычагом 14, несущим на себе подвижные контакты 12 и укрепленные на панели неподвижные

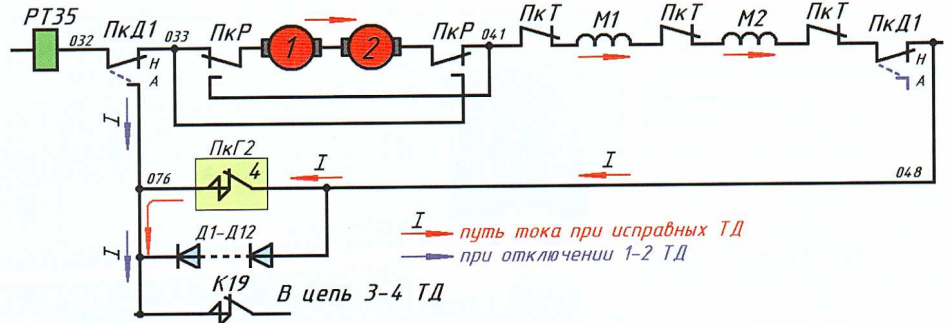


Рис. 1. Участок силовой цепи ТД1, ТД2 электровоза ВЛ11

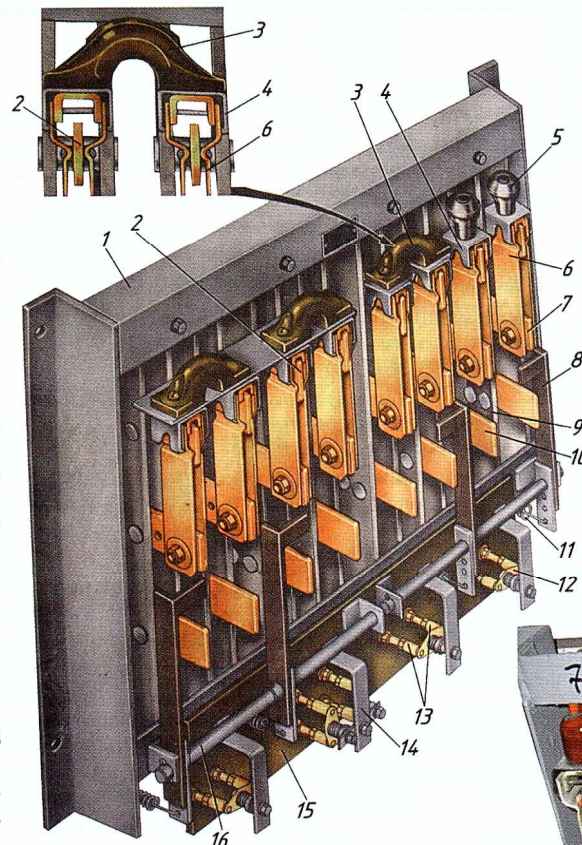
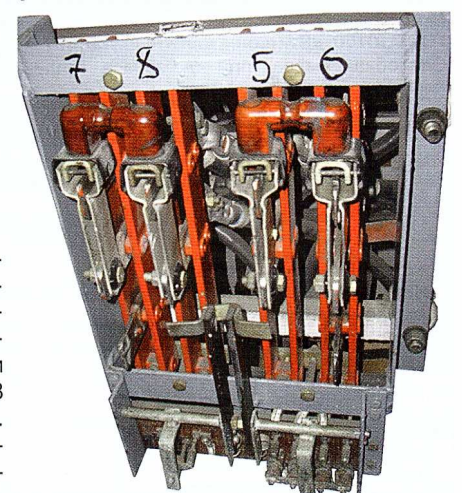


Рис. 2. Отключатель двигателя ОД-8Б электровоза ВЛ10: 1 — каркас; 2 — верхний неподвижный контакт; 3 — спаренная изоляционная рукоятка; 4 — пластинчатая пружина; 5 — одиночная изоляционная рукоятка; 6 — контактные ножи; 7 — кронштейн; 8 — изоляционный рычаг; 9 — гетинаксовые стойки; 10 — нижний неподвижный контакт; 11 — пружина; 12 — мостиковый блок-контакт; 13 — неподвижный вывод блок-контакта; 14 — контактный рычаг; 15 — панель; 16 — ось



контакты 13. В верхнем положении контактных ножей отключателя тяговых двигателей под действием пружины 11 рычаг 8 отходит от стоек 9. Включение ножей отключателя в аварийный режим сопровождается нажатием через скобу на конец рычага 8, который, поворачиваясь на оси 16, изменяет положение рычага 14 контактов 12. Во второй секции электровоза ВЛ10 установлен отключатель двигателей ОД-8А (рис. 3), имеющий два спаренных рубильника ножевого типа.

Рис. 3. Отключатель двигателей ОД-8А

(Продолжение следует)

Инж. И.А. ЕРМИШКИН,
г. Ожерелье



МАГИСТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЗ 2ТЭ25А: СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Магистральный грузовой локомотив 2ТЭ25А имеет двухсекционное исполнение, при этом возможна его эксплуатация по системе многих единиц. Технические характеристики нового тепловоза приведены в табл. 1, тяговая и тормозные характеристики — на рис. 1. Локомотив создан полностью на отечественной технологической базе. В его конструкции применяется V-образный дизель типа Д49 с электронным впрыском, вновь разработанные трехосные тележки с радиальной установкой колесных пар (РУКП) и опорно-осевым маятниковым подвешиванием АТД, двухступенчатым рессорным подвешиванием и догружателями на крайних осях.

Тепловоз оснащен новым тяговым агрегатом, статическими тяговыми и вспомогательными преобразователями собственных нужд, электродинамическим тормозом с принудительным охлаждением тормозных резисторов, винтовым маслянопленочным компрессором повышенной производительности, системой контроля, управления и защиты, выполненной на базе микропроцессорного программно-аппаратного комплекса МПСУ-ТП. Основной состав оборудования тягового и вспомогательных электроприводов, системы управления тепловозом приведен на рис. 2.



Первый в России магистральный грузовой тепловоз 2ТЭ25А с асинхронными тяговыми двигателями (АТД), получивший имя «Витязь», был построен на Брянском машиностроительном заводе (ЗАО «УК «БМЗ») в 2006 г. Технический проект разработали специалисты Всероссийского научно-исследовательского и конструкторско-технологического института (ОАО «ВНИКТИ»). Тепловоз мощностью 2×2500 кВт (2×3400 л.с.) с тяговой передачей переменного-переменного тока и поосным регулированием силы тяги предназначен для вождения грузовых поездов на железных дорогах колеи 1520 мм.

Таблица 1

Технические характеристики тепловоза 2ТЭ25А

Наименование технической характеристики	Величина параметра
Мощность тепловоза по дизелю (полная) по ГОСТ 10150, кВт (л.с.)	2×2500 (2×3400)
Служебная масса (при 2/3 запаса топлива и песка), т	2×144
Осевая (колесная) формула	2×(3 ₀ — 3 ₀)
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	235,4 (24)
Расчетная сила тяги при трогании с места максимальная, кН (тс)	441,5 (45)
Сила тяги расчетного режима при скорости 5,14 м/с (18,5 км/ч), кН (тс)	390 (39,8)
Конструкционная скорость, м/с (км/ч)	33,3 (120)
Минимальный радиус горизонтальной кривой, проходимой тепловозом, м	125
Ширина колеи, мм	1520
Габарит по ГОСТ 9238	1Т
Тип передачи	Переменно-переменного тока
Запасы, кг: топлива песка	7000 600
Напряжение бортовой сети, управления и освещения, В	110

Силовая установка тепловоза содержит тяговый агрегат АСТГ2 2800/400-1000, который состоит из тягового и вспомогательного синхронных трехфазных генераторов, скомпонованных в одном корпусе. Тяговый генератор (ТГ) имеет в своем составе две статорные обмотки, соединенные звездой и сдвинутые друг относительно друга на 30 электрических градусов. Статорные обмотки ТГ выполнены с нулевым выводом звезды. Номинальные параметры тягового генератора в режиме работы тепловоза 2ТЭ25А:

мощность, кВт 2300
линейное напряжение, В 2×1490
ток, А 995
коэффициент мощности, о.е. 0,92
частота вращения, с⁻¹/мин⁻¹ 16,7/1000
частота, Гц 100
максимальное выпрямленное значение напряжения, В 1890
ток возбуждения в продолжительном режиме (наибольший), А 180
КПД, не менее 0,955
расход охлаждающего воздуха, м³/с 4,5

Вспомогательный генератор (ВГ) также имеет две статорные обмотки, сдвинутые друг относительно друга на 30 электрических градусов. Номинальные параметры вспомогательного генератора тепловоза 2ТЭ25А:

мощность, кВт 400
линейное напряжение, В 400
ток, А 2×480
коэффициент мощности, о.е. 0,6
частота вращения, с⁻¹/мин⁻¹ 16,7/1000
частота, Гц 100
КПД 0,91
ток возбуждения в продолжительном режиме (наибольший), А 100
расход охлаждающего воздуха, м³/с 4,5

На новом локомотиве используются асинхронные тяговые двигатели с короткозамкнутым ротором — АД 917УХЛ1 производства ПП Завод «Электротяжмаш» (г. Харьков). Это принципиально новая разработка в ряду унифицированных асинхронных тяговых двигателей (ДАТ-350-6, ДТА-350Т, АД 917) для отечественных тепловозов с передачей переменного-переменного тока. Электрическая машина в режиме работы локомотива 2ТЭ25А имеет следующие параметры:
мощность на валу, кВт 350
напряжение линейное длительного режима, В 530
напряжение линейное максимальное, В 1150
ток фазный при трогании, А 510
ток фазный длительного режима, А 455
частота тока статора длительного режима, Гц 17,9
частота тока статора максимальная, Гц 125
частота вращения максимальная, об/мин. 2500
скольжение в длительном режиме, % 3
КПД длительного режима, % 92,0
вращающий момент длительного режима, Н·м 9700
вращающий момент в режиме трогания, Н·м 10950
масса, кг 2200

Чтобы обеспечить требуемые механические характеристики регулирования двигателя и контроль его теплового состояния, электродвигатель оборудован датчиками частоты вращения ротора и температуры статорных обмоток. Для возбуждения тягового агрегата используется двухканальный управляемый выпрямитель ВТПП-220-220-100. Он преобразует трехфазное напряжение синхронного вспомогательного генератора в регулируемые по величине напряжения постоянного тока, используемые для питания обмоток возбуждения тягового и вспомогательного генераторов агрегата. Выпрямитель преобразует напряжение по трехфазной мостовой схеме и работает на две независимые нагрузки, каждая из которых питается от сво-

его полумоста и соединена с нулевой точкой трехфазной обмотки вспомогательного генератора тепловоза.

Структурная схема тягового привода тепловоза 2ТЭ25А представлена на рис. 3. Напряжение от двух обмоток тягового генератора поступает на выпрямительные модули тяговых преобразователей (ТП). Асинхронные тяговые двигатели получают питание от автономных инверторов напряжения ТП. При этом каждый преобразователь управляет работой трех электродвигателей, установленных на одной тележке, в соответствии с заданным режимом движения и величиной свободной электрической мощности дизель-генератора.

На тепловозе реализовано поосное управление асинхронными тяговыми двигателями, т.е. каждый из них управляется своим инвертором напряжения, что позволяет снизить потери тяговых свойств локомотива в сложных погодных условиях, а также оптимально реализовать защиту от боксования. При достижении скорости вращения или ускорения боксующей колесной пары превышающего значения относительно других на секции, автоматически уменьшается величина силы тяги соответствующего АД.

Когда боксует одна колесная пара, освобождаемая мощность распределяется на другие электродвигатели. При большем количестве боксующих колесных пар не вся, а только часть освобождаемой мощности распределяется на остальные асинхронные тяговые двигатели.

Если возникает неисправность АД или какого-либо канала ТП, то предусмотрена возможность отключения соответствующего канала из рабочей схемы путем выключения аварийного тумблера. При этом обеспечивается работа тяговой схемы с частичной потерей тяговых свойств тепловоза. При отключении одного электродвигателя общая мощность секции из-за перераспределения освободившейся части на остальные АД остается примерно постоянной, что, как правило, позволяет тепловозу своим ходом доставить поезд до пункта назначения и прибыть в депо для выполнения ремонта. При отключении двух и более двигателей общая мощность секции снижается.

На тепловозе, наряду с пневматическим тормозом, применяется электродинамический (ЭДТ). Количество тормозных позиций — 4. Регулируется тормозная мощность или сила торможения на каждой позиции автоматически УОИ и САУТП тяговых преобразователей с целью формирования тормозных характеристик. При снижении эффективности ЭДТ на скорости движения тепловоза ниже 10 км/ч он автоматически замещается пневматическим.

Ключевой инновационный элемент «Витязя» — тяговый статический преобразователь частоты и напряжения (СПЧ) на IGBT-транзисторах, разработанный специалистами ОАО «ВНИКТИ». Помимо обеспечения необходимых функциональных характеристик, основными критериями при его создании были: эксплуатационная надежность, массогабаритные показатели, ремонтнопригодность, удобство в обслуживании, возможность применения как на грузовом, так и на пассажирском тепловозе, минимально возможная стоимость.

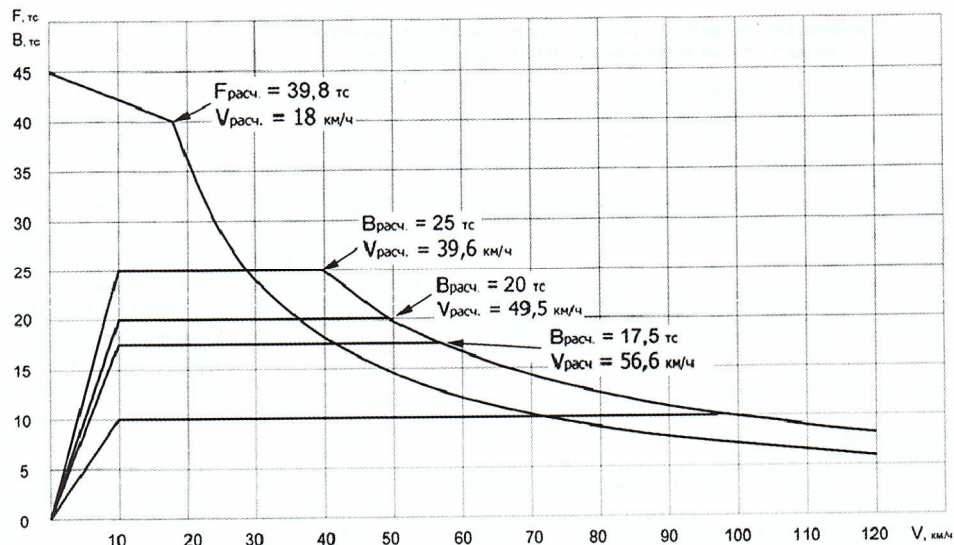


Рис. 1. Тяговая и тормозные характеристики одной секции тепловоза 2ТЭ25А

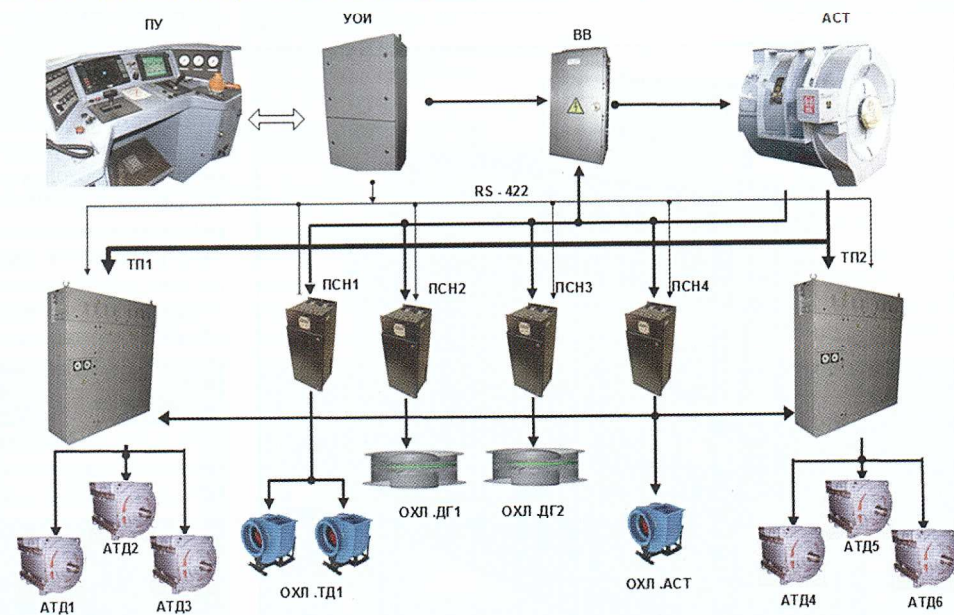


Рис. 2. Состав оборудования тягового и вспомогательных электроприводов, системы управления тепловозом:

ПУ — пульт управления; УОИ — устройство обработки информации; ВВ — выпрямитель возбуждения; АСТ — тяговый агрегат; ТП1, ТП2 — тяговые преобразователи; ПСН1... ПСН4 — вспомогательные преобразователи; АДТ1... АДТ6 — тяговые двигатели; ОХЛ.ДГ1, ОХЛ.ДГ2 — мотор-вентиляторы САРТ дизеля; ОХЛ.ТД1 — мотор-вентиляторы охлаждения АДТ; ОХЛ.АСТ — мотор-вентилятор охлаждения тягового агрегата

Основные параметры тягового статического преобразователя частоты и напряжения приведены в табл. 2. Согласно своему назначению этот элемент электрооборудования обеспечивает питание асинхронных тяговых двигателей тепловоза при их работе как в режиме тяги, так и в режиме электрического торможения. Основные узлы тягового преобразователя:

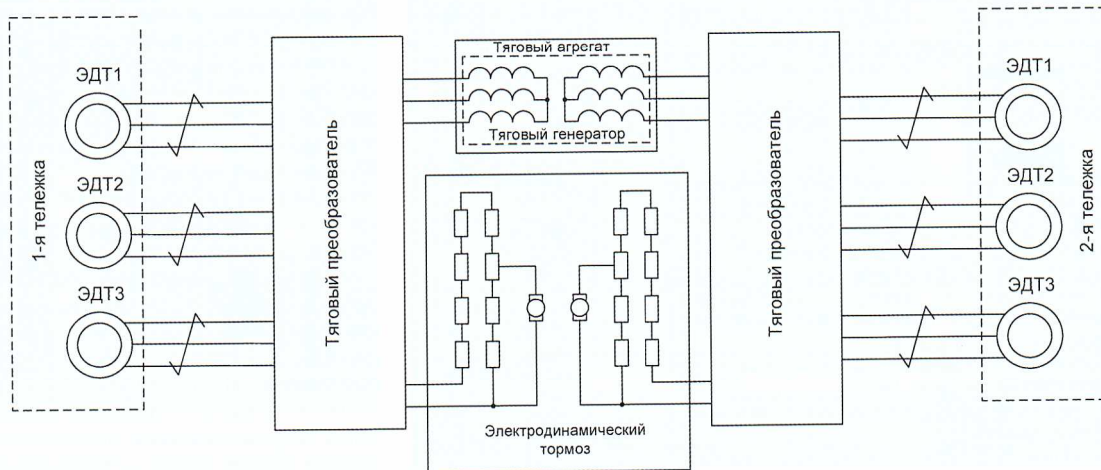


Рис. 3. Структурная схема тягового привода тепловоза 2ТЭ25А

Параметры тягового статического преобразователя частоты и напряжения на IGBT-транзисторах

Наименование	Значение
Действующее значение максимального линейного напряжения источника питания, В	1450
Диапазон изменения частоты входного напряжения питания, Гц	30 – 100
Максимальное напряжение цепи постоянного тока, В	1890
Число фаз преобразователя, вход/выход	1х3/3х3
Тип нагрузки	Асинхронный тяговый двигатель
Схема соединения фаз питаемых двигателей	Звезда
Суммарная мощность нагрузки преобразователя, кВт	3 × 500
Максимальный ток нагрузки (действующее значение первой гармоники) выходного фазного тока по каждому из АИН, А, не более	480
Максимальное линейное напряжение на выходе преобразователя (действующее значение первой гармоники), В, не более	1410
Диапазон изменения частоты выходного напряжения питания, Гц	0,3 – 155
Мощность АИН в тормозном режиме, кВт, не более	500
Кэффициент полезного действия преобразователя, не менее	0,98
Масса, кг, не более	1300

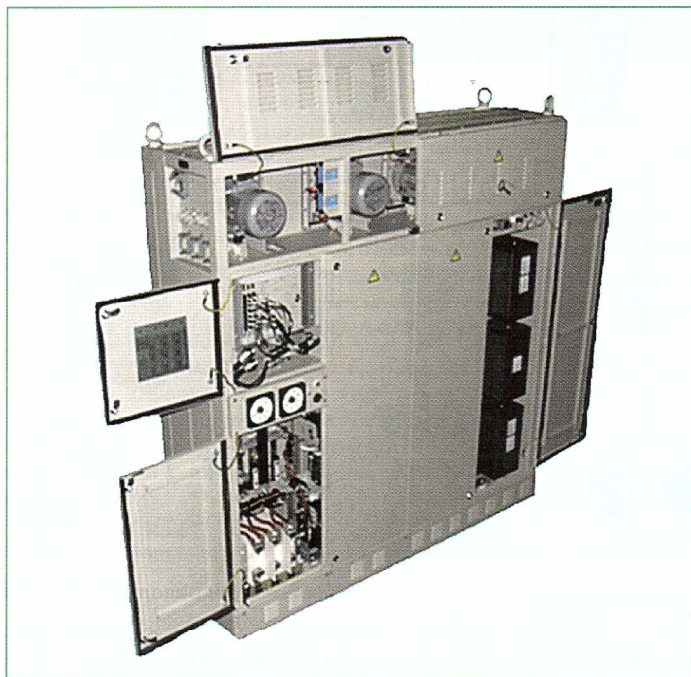


Рис. 4. Тяговый преобразователь тепловоза 2ТЭ25А

Основные параметры ПСН

Наименование	Значение
Входное питающее напряжение	Трехфазное с амплитудой в функции частоты вращения вала генератора
Действующее значение линейного напряжения источника питания, В	80 – 400
Максимальное действующее значение линейного напряжения источника питания, В	410
Диапазон изменения частоты входного напряжения питания, Гц	30 – 100
Число фаз преобразователя, вход/выход	3/3
Тип нагрузки	Асинхронный двигатель с вентиляторной нагрузкой
Закон регулирования выходного линейного напряжения в зависимости от частоты	$U_n/f^2 = \text{const.}$
Схема соединения фаз двигателей	Звезда
Мощность нагрузки преобразователя (при частоте 100 Гц), не более, кВт	65
Номинальный ток нагрузки (действующее значение первой гармоники выходного фазного тока), А, не более	125
Диапазон изменения частоты выходного напряжения питания, Гц	3 – 100
Кэффициент мощности нагрузки, не менее	0,74
Режим работы	Продолжительный
Кэффициент полезного действия преобразователя, не менее	0,97

- ❖ входной выпрямитель, выполненный по трехфазной мостовой схеме;
- ❖ три автономных инвертора напряжения, выполненных на IGBT-модулях;
- ❖ тормозной регулятор, обеспечивающий работу блока электродинамического тормоза тепловоза и защиту инверторов от перенапряжений;
- ❖ система воздушного охлаждения;
- ❖ измерительные датчики тока, напряжения, температуры.

Общий вид тягового преобразователя на тепловозе 2ТЭ25А приведен на рис. 4.

Преобразователь имеет встроенную микропроцессорную систему управления САУТП, связанную с МПСУ-ТП по последовательному каналу связи RS-422. Управление асинхронным тяговым двигателем осуществляется на основе входных сигналов, поступающих от МПСУ-ТП в соответствии с заданным режимом работы тепловоза.

Подключение тягового преобразователя к звезде тягового генератора выполнено через встроенный в ТП силовой разъединитель, который позволяет при необходимости полностью отключить неисправный ТП от соответствующей звезды тягового генератора. Для отключения всего шкафа ТП необходимо выполнить отключение всех трех АД посредством соответствующих тумблеров, находящихся в высоковольтной камере. Система САУТП обеспечивает отключение ТП при условии отсутствия нагрузки по всем трем тяговым двигателям, т.е. только в режиме холостого хода.

Управление силовой частью преобразователя осуществляется по оптоволоконным каналам, что исключает гальваническую связь электронного блока управления с силовой высоковольтной частью, обеспечивает необходимую помехозащищенность управляющих каналов. Так как на тепловозе применяется тяговая передача переменного тока, то логичным стало использование асинхронных электродвигателей и в схемах вспомогательных систем. Структура вспомогательного электрооборудования показана на рис. 5.

Для обеспечения питания и управления электродвигателями вспомогательных приводов на «Витязе» используются статические преобразователи собственных нужд на IGBT-модулях (ПСН) типа ПЧ-ТПП-125-380-100-2-У3, которые разработали специалисты ОАО «ВНИКТИ». Основные параметры ПСН приведены в табл. 3.

В схеме вспомогательных приводов тепловоза применяются четыре однотипных статических преобразователя собственных нужд. Два ПСН используются для управления работой вентиляторов охлаждения теплоносителей дизеля, один для работы вентиляторов обдува тяговых двигателей и один — для работы систем охлаждения тягового агрегата и тяговых преобразователей (см. рис. 2). Использование ПСН позволило исключить проблемы «прямого пуска» мотор-вентиляторов, обеспечить их плавный пуск и реализовать управляемые режимы обдува в соответствии с тепловым состоянием электрооборудования.

Получая задание по последовательному каналу связи от МПСУ-ТП в автоматическом режиме, ПСН обеспечивает регулирование частоты вращения двигателя для поддержания заданного уровня рабочей температуры объекта охлаждения. Использование регулируемого обдува электрооборудования с применением в схеме тепловоза вспомогательных преобразователей позволяет за счет снижения затрачиваемой мощности на эти нужды реализовать высокий коэффициент полезного использования мощности дизеля на тягу — не менее 0,8. Как показали предварительные результаты эксплуатации тепловозов в депо Тында Дальневосточной дороги, за счет использования регулируемых электроприводов собственных нужд обеспечивается экономия топлива, позволяющая окупать затраты на установку ПСН примерно за один год.

Головной системой управления локомотива является микропроцессорный программно-аппаратный комплекс — МПСУ-ТП, включающий в себя устройство обработки информации (УОИ), выпрямитель возбуждения, дисплей машиниста, комплект измерительных датчиков, блок контроля температур, вольтодобавочное устройство и др. Комплекс МПСУ-ТП выполняет функции управления исполнительными устройствами, обеспечивает контроль основных параметров работы тепловоза, осуществляет диагностику электрооборудования тепловоза.

Узел УОИ принимает и обрабатывает информацию о положении органов управления, автоматических выключателей, контакторов, показаниях датчиков, состоянии блокировок, взаимодействиях по последовательным каналам связи с электронными модулями. Далее УОИ по заложенным в нем программным алгоритмам обеспечивает управление тепловозом в требуемых режимах. При этом все основные режимы работы тепловоза инициируются только машинистом (пуск и останов дизеля, выбор направления движения, начало движения, набор и сброс позиции, включение электрического тормоза и др.).

Из цепей управления тепловоза исключены промежуточные контакты исполнительных аппаратов. Исполнительными аппаратами управляет только УОИ в соответствии с информацией о состоянии органов управления и блокировочных контактов. Исключение составляют цепи управления системой пожаротушения, кондиционером, вентиляцией, освещением, прожектором, обогревом стекол и зеркал, стеклоомывателем и стеклоочистителем — они выполнены как самостоятельные схемы.

К устройству УОИ непосредственно подключены датчики тока, напряжения, давления и частоты вращения, контроллер машиниста, блок-контакты реле и силовых контакторов, блокировки дверей, катушки реле, контакторов и электропневматических вентилях. Поступающая в УОИ информация обрабатывается микропроцессорными средствами. Устройство осуществляет управление всей коммутационной аппаратурой, полупроводниковыми преобразователями и по каналу межсекционной связи передает команды и получает диагностическую информацию от УОИ вводимой секции.

Обрабатывается информация и формируются соответствующие команды и сигналы в УОИ согласно разработанным алгоритмам уп-

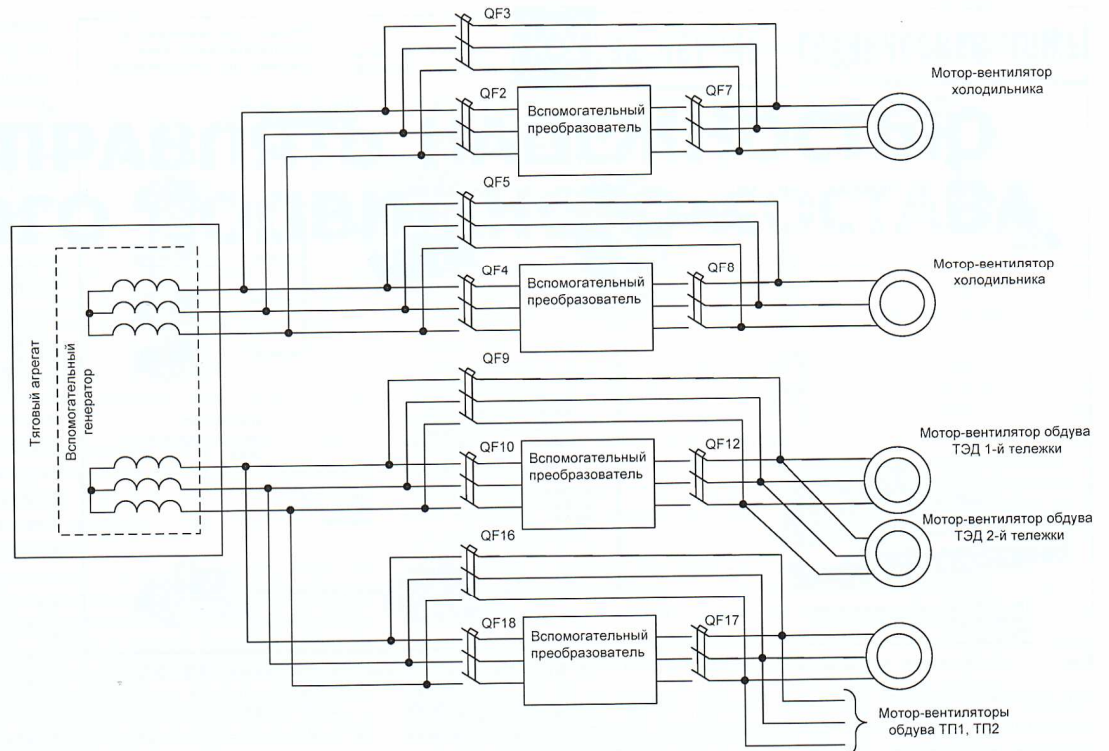


Рис. 5. Структура вспомогательного электрооборудования тепловоза 2ТЭ25А

равления, регулирования и диагностики. Обмен информацией УОИ с измерителем температур и УОИ второй секции осуществляется через последовательные интерфейсы, реализованные в виде «токовой петли». Обмен информацией между УОИ и дисплеем машиниста, вспомогательными и тяговыми преобразователями ведется по последова-

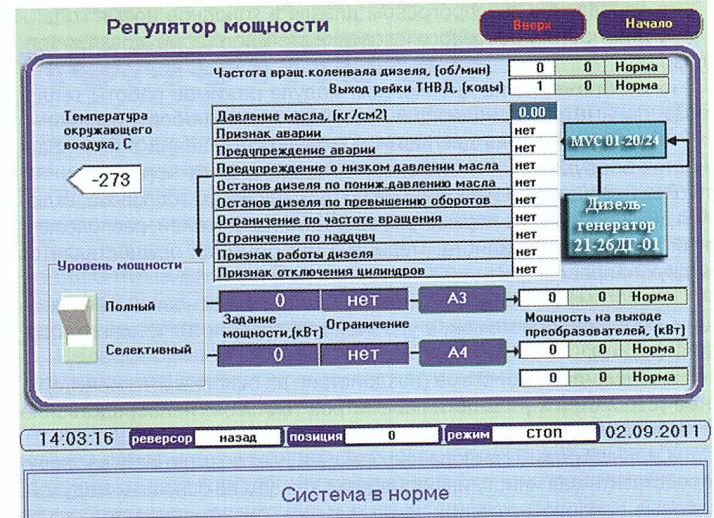
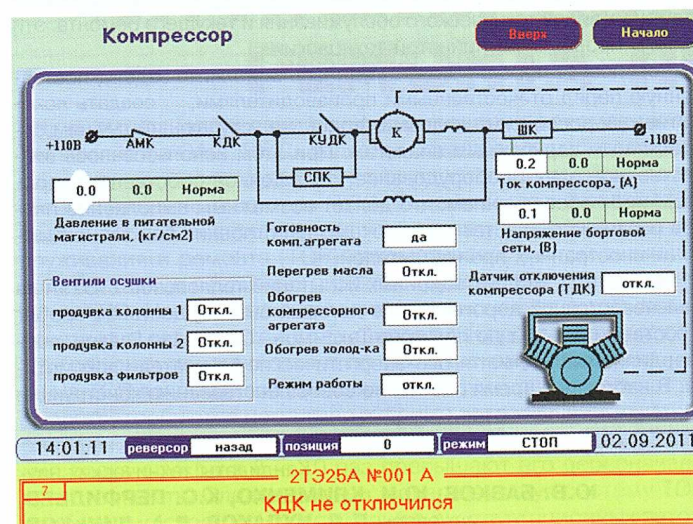
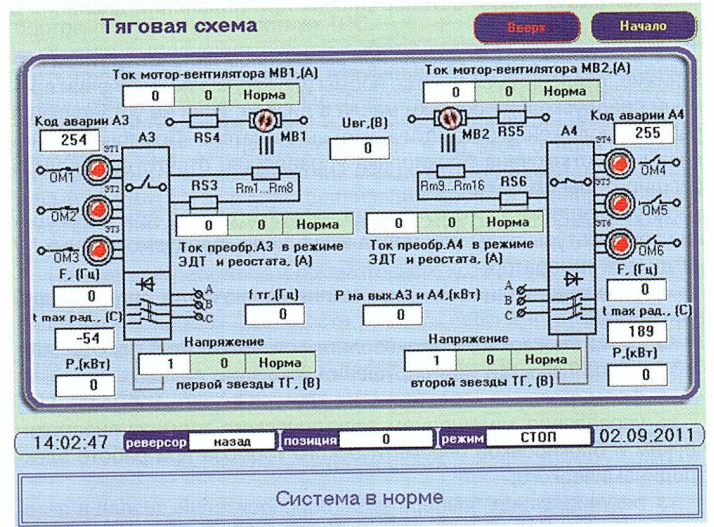


Рис. 6. Примеры вывода информации на дисплей машиниста

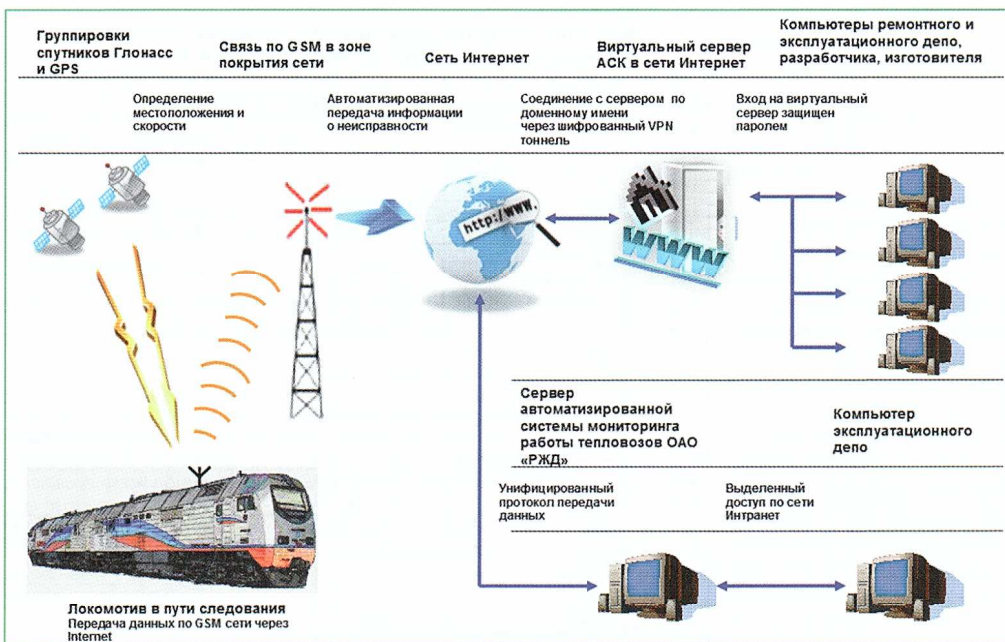


Рис. 7. Структура передачи данных с бортовых систем диагностики тепловоза 2ТЭ25А

тельному интерфейсу стандарта RS-422. Обмен между УОИ и краном машиниста с дистанционным управлением, а также с электронным модулем управления дизеля выполняется по CAN-интерфейсу.

Комплекс МПСУ-ТП обеспечивает следующие основные функциональные возможности:

- ⇒ управление пуском и остановом дизеля;
- ⇒ задание частоты вращения вала дизеля электронному модулю управления подачей топлива дизеля в соответствии с позицией контроллера машиниста;
- ⇒ автоматический останов дизеля при появлении давления в картере;
- ⇒ блокировку пуска дизеля при включенном валоповоротном механизме, давлении масла ниже нормы ($0,1 \text{ кгс/м}^2$) по истечении времени предпусковой прокачки масла в дизеле, если не установлен в рабочее положение автоматический выключатель «Пожарная сигнализация», отключена блокировка управления, отсутствует вода в расширительном баке;
- ⇒ уменьшение или отключение нагрузки дизеля при превышении температуры воды или масла выше норм, предусмотренных ТУ на дизель-генератор;
- ⇒ снижение мощности дизеля при отключении ряда тяговых двигателей;
- ⇒ контроль изоляции низковольтных и высоковольтных цепей;
- ⇒ сброс нагрузки при нарушении изоляции силовых цепей;
- ⇒ формирование характеристик электрического тормоза;
- ⇒ управление замещением электрического тормоза пневматическим и блокировкой пневматического тормоза при работе электродинамического;
- ⇒ регулирование температуры теплоносителей дизеля в автоматическом и ручном режимах;
- ⇒ управление автопрогревом дизеля в холодное время года;
- ⇒ диагностику основного и вспомогательного оборудования тепловоза;
- ⇒ отображение на дисплейном модуле режимов работы тепловоза, параметров основного и вспомогательного оборудования;
- ⇒ отображение на дисплейном модуле сообщений о неисправностях оборудования и отклонении параметров от нормы.

Вся необходимая информация по работе систем тепловоза, включая диагностические параметры, выводится на дисплей, расположенный на пульте машиниста. Передача информации осуществляется в двух направлениях:

- ⇒ система → машинист (отображение всей основной информации, собранной системой, в удобной для восприятия и использования форме);
- ⇒ машинист → система (воздействие на основные исполнительные устройства и установки параметров тепловоза непосредственно с экрана).

«Оконный режим» вывода информации дает возможность наглядно представить машинисту информацию о каждом из основных модулей: тяговые преобразователи и тяговая схема, дизель-генератор, вспомогательные приводы, тормозной компрессор, бортовая сеть и т.д., а

также о режимах движения локомотива (рис. 6). При возникновении неисправности электрооборудования на дисплей выводится информация о неисправном модуле, о причине и типе неисправности, о действиях бригады в этой ситуации. Питание МПСУ-ТП производится от бортовой сети постоянного тока (110 В) через два вольтодобавочных устройства, обеспечивающих стабильность напряжения питания во время запуска дизеля при глубокой просадке напряжения бортовой сети.

Тепловоз 2ТЭ25А оборудован бортовой автоматизированной системой диагностики, контроля и регистрации технических параметров работы тепловоза и учета дизельного топлива. Система, созданная специалистами ОАО «ВНИКТИ», полностью удовлетворяет «Техническим требованиям к системе регистрации и анализа параметров работы тепловоза и учета дизельного топлива», утвержденным старшим вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем.

Бортовая система диагностики обеспечивает хранение и передачу всей оперативной диагностической информации, имеющейся на борту локомотива, в диагностическую базу данных, устанавливаемую в депо эксплуатации и на сервер ОАО «РЖД». Передача данных по каналам Интернета осуществляется с использованием защищенного VPN-соединения. Структура передачи данных показана на рис. 7. При нахождении тепловоза в пути следования непрерывно фиксируются основные диагностические параметры бортового оборудования, а также количество (масса) топлива в баке, скорость движения, географическая координата.

С использованием параметров, передаваемых в диагностическую базу данных, может осуществляться углубленная диагностика с целью выявления неисправностей, определения текущего технического состояния контролируемого оборудования, вести статистику его изменения и проводиться анализ. Кроме того, информация об отказах и неисправностях в пути следования локомотива может быть передана в ближайшее по пути следования ремонтное депо с целью подготовки оборудования и персонала к быстрому устранению неисправности.

При заходе локомотива в депо вся информация, накопленная за время поездки, автоматически сбрасывается в диагностическую базу для обработки. Используется Wi-Fi соединение, процедура полностью автоматическая.

Средствами бортовой системы диагностики определяется текущая накопленная работа дизеля и вспомогательного оборудования. Это может быть использовано при совершенствовании планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта (СТОР). Данные из диагностической базы подлежат обработке с целью определения (уточнения) необходимых регламентных работ. Когда текущая накопленная работа дизеля и вспомогательного оборудования будет равна эталонной накопленной работе для соответствующих видов технического обслуживания и текущего ремонта, эти работы проводят по принятой технологии.

Реализован проект «Витязь», удалось выполнить задачу, поставленную перед отечественными производителями, — создать локомотив для российских железных дорог, не уступающий лучшим современным зарубежным аналогам. При этом использовалось отечественное электрооборудование, оснащенное собственным программным обеспечением, что делает возможным выполнение планов развития отечественного локомотивостроения без зависимости от иностранных производителей.

Результаты эксплуатационных испытаний тепловозов 2ТЭ25А на Дальневосточной дороге, в ходе которых был осуществлен пробег с составом 6 тыс. т по полигону Таксимо — Советская Гавань, подтвердили заявленные тягово-энергетические показатели локомотива. В настоящее время работы по совершенствованию конструкции «Витязя» продолжаются.

Кандидаты технических наук
Ю.В. БАБКОВ, Ю.И. КЛИМЕНКО, К.С. ПЕРФИЛЬЕВ,
 инженеры **П.Л. ЧУДАКОВ, В.А. ЛИНЬКОВ,**
 ОАО «ВНИКТИ» (г. Коломна)



КАК УПРАВЛЯТЬ НАДЕЖНОСТЬЮ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Надежность тягового подвижного состава представляет собой комплексное свойство, которое в зависимости от конструктивных особенностей локомотива и условий его эксплуатации характеризуется сочетанием таких свойств его работы, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохранность и при этом является одним из важнейших показателей процесса эксплуатации тягового подвижного состава (ТПС).

На сегодняшний день вопрос управления надежностью ТПС в локомотивном хозяйстве ОАО «РЖД» является наиболее актуальным, так как массовые сбои перевозочного процесса на дорогах, в первую очередь, происходят по причине неудовлетворительного технического состояния локомотивного парка.

Какими же способами можно управлять надежностью ТПС? За последнее время парк ОАО «РЖД» пополнился большим количеством современных локомотивов с микропроцессорными системами управления. Большинство этих систем имеют в своем составе функции сбора и передачи параметров работы локомотива. Кроме того, значительное количество ТПС оснащено различными комплексами, осуществляющими сбор данных о состоянии ответственных узлов и элементов локомотива, а также контроль над расходом топлива.

Казалось бы, в совокупности со стационарными диагностическими комплексами, которые имеются практически во всех ремонтных депо, сегодня можно получать объективную картину о техническом состоянии всего парка тягового подвижного состава. Однако на данный момент это далеко не так.

Сложившееся положение обусловлено несколькими факторами: во-первых, существующие системы разработаны различными производителями и поэтому информация, как правило, не уходит дальше сервера разработчиков. Во-вторых, несмотря на значительное количество бортовых и стационарных систем все они работают разрозненно и, как следствие, наличие большого количества поступающей от этих систем диагностической информации не позволяет комплексно оценить техническое состояние локомотивов. И, в-третьих, отсутствуют методики и программное обеспечение, позволяющие на основе полученных результатов диагностики оценивать техническое состояние ТПС и прогнозировать его остаточный ресурс.

Ко всему сказанному следует добавить существующие проблемы с передачей информации с подвижного состава. Большинство систем диагностики осуществляет передачу данных по каналам GSM, действующим в зоне покрытия операторов мобильной связи, а из-за географических особенностей нашей страны и протяженности железных дорог сотовая связь работает далеко не везде. Также нельзя забывать и о том, что обработку данных, поступающих от стационарных и бортовых систем, осуществляет работник, как правило, не имеющий специального образования и прошедший обучение на краткосрочных курсах, что в конечном итоге негативно отражается на результатах обработки диагностической информации.

Таким образом, выясняется, что, в принципе, при наличии большого количества технических средств диагностики локомотива поступающая информация не позволяет сформировать объективную оценку его состояния.

Чтобы найти выход из сложившейся ситуации, сегодня необходимо объединить все существующие системы бортовой и стационарной диагностики в единый информационный комплекс, дополнив диагностический поток информацией из корпоративных систем ОАО «РЖД». Это позволяет сформировать единое информационное пространство. Кроме того, следует разработать методики оценки и программное обеспечение, которые позволят Компании иметь возможность оперативного получения информации о состоянии, местонахождении и параметрах работы ТПС.

Для решения проблемы с получением информации о техническом состоянии локомотивов ранее выпущенных серий (не оборудованных передающими системами) специалисты ОАО «НИИАС» предлагают на первом этапе реализовать ведение журналов отчетных форм (ТУ-152, ТУ-28 и др.) в электронном виде с последующей организацией передачи такой информации в общую базу. По нашему мнению, такое решение позволит сразу получать информацию о техническом состоянии без сравнительно больших капиталовложений на дооснащение парка бортовыми системами.

Решив вышеперечисленные задачи, в ОАО «РЖД» появится мощный инструмент, который позволит управлять надежностью всего локомотивного парка. В настоящее время ОАО «НИИАС» совместно с Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава изучает вопрос по разработке проекта создания комплексной автоматизированной системы управления надежностью на основе стационарных и бортовых систем диагностики ТПС.

В ходе выполнения данной работы также предполагается решить проблемы организации взаимодействия между ремонтными и эксплуатационными подразделениями ОАО «РЖД». Для этого необходимо определить объем и уровень детализации информации, поступающей от систем диагностики, и на этой основе разработать регламент взаимодействия между структурными подразделениями. Кроме того, в ходе реализации проекта планируется осуществить интеграцию с различными АСУ и информационными системами ОАО «РЖД».

Предлагаем работникам локомотивного хозяйства, читателям журнала «Локомотив» и специалистам, имеющим непосредственное отношение к вопросам надежности тягового подвижного состава, присылать соответствующие предложения и дополнения по данной теме в ОАО «НИИАС» на электронный адрес (S.Petrov@vniias.org.rzd), а также в редакцию журнала.

Канд. техн. наук **Ю.А. МАШТАЛЕР**,
заместитель генерального директора ОАО «НИИАС»

СТРАТЕГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Одним из направлений реформирования локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» является сокращение расходов Компании, в том числе связанных с осуществлением ремонта тягового подвижного состава (ТПС). В данной статье рассматривается вопрос совершенствования системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) локомотивов с учетом технического состояния различных видов оборудования, установленного на ТПС. Новизна такого подхода заключается в том, что он сочетает в себе достоинства широко распространенных систем ремонта по наработке и по техническому состоянию.

На ТОР локомотивов расходуется значительное количество средств, требуются немалые трудовые затраты. Известно, что расходы на техническое обслуживание и ремонт ТПС в течение срока службы в 8 — 10 раз превышают его первоначальную стоимость. Следовательно, совершенствуя систему ТОР, необходимо стремиться к снижению эксплуатационных затрат и капитальных вложений на основе оптимизации параметров

системы, улучшению ее использования при строгом выполнении необходимого регламента ремонтных работ, чтобы обеспечить надежную работу локомотивов в эксплуатации.

Эффективно функционирующая система планово-предупредительных ремонтов (ППР), построенная на основе методов оптимизации, предполагает и выбор соответствующего критерия оптимальности. В качестве этого критерия следует принять величину, отражающую эффективность того или иного процесса, которую можно оценить количественно.

Целесообразно использовать в качестве такого критерия оптимальную сумму текущих затрат и капитальных вложений, т.е. приведенные затраты. При формировании обобщающего критерия оптимальности следует учитывать выполняемый объем работ и совокупность экономических показателей, комплексно характеризующих величину и степень использования всех ресурсов — материальных, технических, трудовых, финансовых и временных. Таким образом, систему ремонта надо

оптимизировать по критерию, который включает в себя все виды затрат на выполнение ТОР локомотива, отнесенные к объему его работы.

Поскольку оптимизация системы ремонта осуществляется для конкретных условий эксплуатации, все соответствующие значения показателей, входящих в критерий, следует определять с учетом этих условий. Наибольшую эффективность от эксплуатации локомотивов можно получить, если при определении оптимальной системы ремонта в качестве критерия оптимальности использовать отношение суммарных затрат на ремонты локомотивов в течение определенного периода к объему произведенной за тот же период работы, измеряемой в тонно-километрах брутто.

Известно, что в конкретных условиях эксплуатации локомотивов какой-либо серии фактором, определяющим выполненную работу, может быть любой из эксплуатационных показателей. В числе таких показателей — наработка, измеренная в единицах календарного времени или в тысячах километрах пробега, расход электроэнергии на тягу поездов, выполненная работа в тонно-километрах. Все они связаны между собой линейными зависимостями.

Исходя из того, что на дорогах ОАО «РЖД» в качестве основного измерителя наработки принят линейный пробег, именно его и целесообразно использовать как показатель выполненной работы. Следовательно, критерий оптимальности можно выразить в виде отношения суммарных затрат на ремонты локомотивов за определенный период наработки к ее величине. Оптимальной будет считаться система с параметрами, обеспечивающими в эксплуатации наименьшие приведенные к единице их наработки затраты, т.е. суммарные удельные затраты на выполнение плановых и неплановых ремонтов.

При построении системы ремонта большое значение имеет принцип формирования структуры ремонтного цикла, определяющий схему и чередование ремонтов различного объема. Анализируя известные системы ТОР локомотивов, можно сделать вывод, что, несмотря на существенные различия, все они имеют общее свойство — кратность межремонтных наработок. В соответствии с этим наработка до ремонта большего объема в целое число раз превышает наработку до ремонта меньшего объема. Кроме того, все операции, выполняемые в процессе какого-либо ремонта, входят в объем работ более крупного ремонта. Только при этом условии сводятся к минимуму суммарные удельные затраты, т.е. затраты, приходящиеся на единицу наработки оборудования.

Из-за сложности объекта исследования, а также ввиду действия большого числа воздействующих факторов, значительная часть которых носит случайный характер, совершенствование системы ППР в основном проводится путем обобщения опыта эксплуатации локомотивов, проведения специально организованных экспериментов, во многом опираясь на интуицию инженеров-практиков.

Поэтому необходимо создать такую теоретическую базу, которая давала бы возможность с единых методологических позиций решать вопросы совершенствования системы ТОР, т.е. обоснованно выбирать периодичность и объем плановых ремонтов локомотивов любых серий применительно к конкретным условиям их эксплуатации. Даже в пределах одного участка обращения локомотивов условия их работы существенно различны. Это относится к скоростям движения, массе поездов, состоянию пути и др. Поэтому наработка деталей до предельного состояния является случайной величиной. Очевидно, что определение сроков ремонта деталей и узлов локомотива требует использования методов теории вероятности, математической статистики и надежности.

Предотвращение отказов подвижного состава в системе ТОР наиболее результативно достигается тогда, когда удается выявить потерю работоспособности оборудования на самых ранних ее стадиях. Это можно обеспечить путем использования технической диагностики в качестве составной части системы обслуживания и ремонта локомотивов. От того, насколько система диагностирования способна обнаруживать те элементы оборудования, которые приближаются к своему предельному состоянию, зависит эффективность планово-предупредительной системы ТОР локомотивов в целом.

Основная задача диагностирования — распознавание технического состояния объекта, т.е. отнесение его состояния к одному из возможных классов (диагнозов). Техничес-

ким состоянием называется совокупность свойств объекта, изменяющихся в процессе эксплуатации, обслуживания и ремонта. Для описания этих свойств в технической документации приводятся номенклатура объектов, а также допустимые и предельные значения характеризующих их количественных и качественных признаков — диагностических (или контролируемых) параметров.

Система технического диагностирования является составным элементом более сложной, находящейся на более высоком иерархическом уровне, системы ТОР локомотивов. Различают два основных варианта этой системы:

- ◆ по наработке, когда локомотив изымается из эксплуатации при достижении определенной заданной заранее величины;

- ◆ по состоянию, когда локомотив ставят в ремонт в случае отказа или приближения к нему какого-либо устройства.

Каждый из этих вариантов, различающихся только той ролью, которую играет техническое диагностирование в системе ТОР, имеет как преимущества, так и недостатки.

Преимуществами обслуживания по наработке является то, что оно позволяет объединять ремонтные операции на различном оборудовании локомотива и тем самым сокращать продолжительность его простоя в ремонте, долговременно планировать программу и объем ремонтов различного вида, поставку необходимых запасных частей и материалов. Однако главный недостаток состоит в том, что при выполнении планового ремонта или технического обслуживания демонтируется заранее предусмотренное к ремонту оборудование, независимо от его технического состояния.

Вмешательство в работу нормально функционирующего оборудования может не только не улучшить, но и ухудшить его техническое состояние из-за возникновения приработочных отказов. Это, в свою очередь, приведет к необходимости проведения дополнительных неплановых ремонтов, увеличению простоя локомотива. Роль технической диагностики в системе ремонта по наработке сведена к минимуму, простейшие контрольно-измерительные приборы и устройства используются, в основном, для проведения предремонтных и послеремонтных испытаний.

При ТОР по состоянию объем, и периодичность ремонтных операций определяются фактическим техническим ресурсом оборудования локомотива, которое постоянно или периодически контролируется с помощью средств технической диагностики. Операции по замене, регулировке и восстановлению в этом случае назначают при обнаружении неработоспособного оборудования или его предотказного состояния. Такой подход позволяет сократить число отказов, вносимых в процесс ТОР, существенно уменьшить объем регулировки, демонтажа и монтажа оборудования на локомотиве. Появляется также возможность экономить запасные части, поскольку сокращаются случаи необоснованной замены узлов и деталей, повышается степень использования локомотива в эксплуатации.

Иногда высказывается мнение, что развитие средств технического диагностирования и их широкое применение в локомотивном хозяйстве позволят целиком перейти от планово-предупредительной системы к ремонту по потребности, или по техническому состоянию локомотивов. Однако это применимо только к сравнительно простым устройствам, элементы которых можно восстанавливать независимо от других.

Для оздоровления большей части агрегатов и узлов локомотивов, особенно механического оборудования, необходимы постановка локомотива в депо с изъятием его из эксплуатации и проведение трудоемких монтажно-демонтажных работ. Выполнение таких работ при ремонте каждого узла в отдельности привело бы к значительному увеличению времени нахождения локомотива в ремонтах и повышению их стоимости. Поэтому при постановке локомотива в ремонт из-за отказа какого-либо устройства или исчерпания его ресурса целесообразно восстанавливать не только это устройство, но и другие узлы и агрегаты, ресурс которых еще не исчерпан, но приближается к предельному значению. Такая система, являясь планово-предупредительной, одновременно учитывает фактическое состояние оборудования.

Система ТОР локомотивов с учетом их фактического состояния должна быть основана на исчерпывающей и достоверной информации об оборудовании каждого локомотива. Наиболее эффективным способом получения такой информации является техническое диагностирование с ис-

пользованием информационных измерительных систем, микропроцессорной техники, персональных ЭВМ и автоматизированных рабочих мест.

Основное внимание следует уделить определению места диагностирования в системе ТОР, поскольку это непосредственно касается построения оптимальной системы, использующей исчерпывающую и достоверную информацию о техническом состоянии оборудования локомотивов. По характеру этой информации различают две разновидности диагностирования — определение состояния объекта и оценку контролируемых параметров.

В результате диагностирования по состоянию получают сведения о том, работоспособен проверяемый объект или нет, т.е. удовлетворит ли он всем предъявляемым требованиям или какие-то из них нарушены. Таким образом, при первом способе диагностирования производится по схеме «да — нет», «исправен — неисправен». При диагностировании путем оценки контролируемых параметров информация получается в виде их числовых значений, характеризующих техническое состояние объекта.

Информация обо всех отказах (т.е. когда установлен факт потери работоспособности объекта) и контролируемых параметрах накапливается в виде баз данных, содержащих необходимые сведения и позволяющих производить их автоматизированную обработку на ЭВМ.

Используя информацию о значениях контролируемых параметров, можно прогнозировать в область большой наработки их значения и выявить те из них, которые выйдут за установленный допуск. Таким образом, появляется возможность оперативно изменить сроки восстановления оборудования с учетом его фактического состояния.

Для значительной части оборудования локомотивов не определены контролируемые параметры, характеризующие изменение его технического состояния в процессе эксплуатации. Для такого оборудования методами диагностирования или же по факту наступления отказа фиксируется информация о его наработке между отказами.

Используя аппарат теории вероятности, математической статистики и надежности, по информации о замерах контролируемых параметров и наработках между отказами можно рассчитать функции распределения ресурса $F_i(t)$ для каждого i -го вида оборудования из их общего количества N , установленно-го на локомотиве. Задаваясь требуемым уровнем надежности γ , выраженном в процентах, по этим функциям определяется гамма-процентный ресурс L_γ , т.е. наработка, при достижении которой не менее γ процентов однотипного оборудования останется в работоспособном состоянии (см. рисунок).

Значения гамма-процентных ресурсов используются для расчета методом динамического программирования оптимальной структуры ремонтного цикла. В качестве целевой функции при расчете используются суммарные удельные затраты на восстановление N видов оборудования:

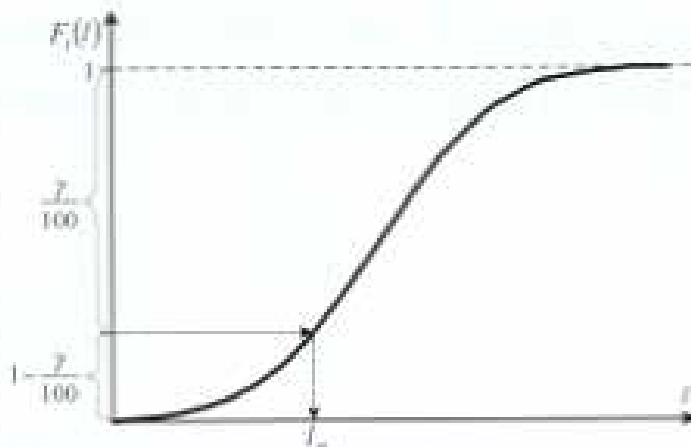
$$C = \sum_{i=1}^N C_i L_i$$

где C_i — стоимость восстановления i -го вида оборудования, L_i — межремонтная наработка i -го вида оборудования.

Расчет оптимальной структуры ремонтного цикла осуществляется с соблюдением следующих принципов:

- надежности, заключающейся в том, что межремонтная наработка i -го вида оборудования не должна превышать соответствующий гамма-процентный ресурс $L_i \leq L_{i\gamma}$
- кратности межремонтных наработок, заключающейся в том, что наработка до ремонта меньшего объема целое число раз укладывается в периоде наработки до ремонта большего объема.

В результате решения задачи определяется такая структура ремонтного цикла, которая обеспечивает вероятность безотказной работы оборудования локомотива в эксплуатации не менее чем $\gamma/100$. В ней сводится к минимуму суммарные удельные затраты на ремонтные работы элементов оборудования, контролируемых системой технической диагностики, одновременно устанавливаются количество и порядок чередования ремонтов различного объема, перечень работ, выполняемых при ремонте каждого вида (объем ремонта), пробег между ремонтами различного объема. Все эти параметры определяются по результатам эксплуатации и диагностирования локомотивов, т.е. отражают их фактическое техническое состояние.



Определение гамма-процентного ресурса

Определив оптимальную структуру ремонтного цикла, можно решать оперативные вопросы, возникающие при диагностировании. Одним из таких вопросов является выбор варианта восстановления узла, признанного по результатам диагностирования потерявшим работоспособность или находящимся в предотказном состоянии.

При восстановлении работоспособности отказавшего или близкого к отказу узла возможны два варианта проведения ремонта. Первый вариант — отказ узла произошел на «значительном расстоянии» (по пробегу) от того планового ремонта, на котором согласно принятой структуре должна восстанавливаться его работоспособность. При этом может оказаться необходимым проведению unplanned ремонта отказавшего узла, а затем планового в полном объеме. Не включать отказавший и ранее восстановленный узел в объем планового ремонта нецелесообразно, поскольку при этом его наработка до следующего планового ремонта превысит допустимую величину. В результате увеличится вероятность отказа в межремонтный период, что снова приведет к unplanned ремонту, т.е. нарушится установленная периодичность плановых ремонтов, а, следовательно, ухудшатся их технико-экономические показатели.

Второй вариант — узел отказал «близко» планового ремонта, в объем которого входит восстановление отказавшего узла. В этом случае может оказаться целесообразным провести ремонт в полном объеме несколько ранее установленного срока. При этом, кроме отказавшего, восстанавливаются и другие элементы, которые в оптимальной структуре ремонтного цикла должны восстанавливаться вместе с ним.

Предложенные следует отдать тому варианту, при котором обеспечиваются наименьшие суммарные затраты на ремонт. Нарботку, разграничивающую эти два варианта, условно назовем граничной.

Все это определяет новый подход к построению системы ТОР, при которой локомотив изымается из эксплуатируемого парка в зависимости от фактического состояния его оборудования. Основное назначение системы — не допустить потери работоспособности оборудования, состояние которого можно оценить, изучая динамику изменения его контролируемых параметров. Одновременно система является плановой, поскольку объемы ремонтов рассчитаны заранее, а различные операции сгруппированы так, что суммарные затраты на восстановление и поддержание работоспособного состояния локомотива сведены к минимуму.

Несъемной частью разработанной системы ТОР является диагностирование. Оно позволяет не только оценить текущее состояние оборудования, но и прогнозировать тенденцию его изменения.

При реализации такого подхода нельзя допускать искажения исходной информации о техническом состоянии оборудования подвижного состава. В противном случае будут получены недостоверные данные для расчета оптимальных межремонтных наработок.

Доктор технических наук А.В. ГОРСКИЙ,
А.А. ВОРОБЬЕВ,
канд. техн. наук А.В. СКРЕПОВ,
кафедра «Электрическая тяга» МВТУ

АППАРАТ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОВРЕМЕННОГО ЛОКОМОТИВА

Учет реального технического состояния тягового подвижного состава при планировании объемов и периодичности его технического обслуживания является одним из основных резервов снижения эксплуатационных расходов в локомотивном хозяйстве. Необходимое условие организации такого учета — непрерывный контроль и достоверное прогнозирование изменения технического состояния локомотива в эксплуатации.

В течение ряда лет эти задачи в основном решаются с использованием стационарных, реже — локальных (переносных) средств тестовой диагностики. Существенным недостатком такого подхода является необходимость изъятия локомотива из эксплуатации для выполнения как подготовительных операций (постановка его на участок диагностирования, монтаж и демонтаж съемного диагностического оборудования), так и самого диагностирования. За этим следуют другие организационно-технические и экономические проблемы.

Во-первых, практически исключается возможность выполнения регулярных сеансов диагностики, которые необходимы для достоверного прогнозирования изменения технического состояния локомотива. Во-вторых, снижается экономичес-

кая эффективность применения диагностического оборудования, так как совокупная (с учетом упущенной выгоды от простоя работоспособного локомотива) стоимость выполнения ряда повторных сеансов диагностирования, необходимых для своевременного выявления предотказного состояния локомотива, становится сопоставимой с затратами на устранение внезапного отказа или даже превышает их.

Эффективное решение проблемы — использование для оценки и прогнозирования изменений в техническом состоянии оборудования локомотива средств и систем бортовой диагностики. До недавнего времени развитие этих устройств сдерживалось низким уровнем контролепригодности локомотивов и, в частности, тепловозов. Положение кардинально изменилось с началом выпуска и эксплуатации новых тепловозов 2ТЭ116У, ТЭП70БС, 2ТЭ25К, 2ТЭ25А и 2ТЭ70.

Отмеченные локомотивы оборудованы бортовой микропроцессорной системой автоматического управления силовой установкой тепловоза МСУ-Т(П, Э) со встроенной подсистемой диагностики. Эта подсистема непрерывно измеряет и накапливает в своей памяти значения нескольких сотен аналоговых и дискретных параметров, характеризую-

щих техническое состояние основных агрегатов тепловоза.

Однако в системе технического обслуживания и ремонта локомотивов собранная информация практически не используется ввиду отсутствия эффективных методов и средств ее обработки, ориентированных на решение задач оценки и прогнозирования изменения технического состояния локомотивов. В связи с этим актуальной является разработка методов оценки технического состояния агрегатов локомотива, основанных на использовании информации подсистемы диагностики систем МСУ-Т(П, Э) современных тепловозов, а также программных средств обработки измерительной информации, реализующих эти методы.

Для минимизации количества контролируемых параметров и, соответственно, стоимости оборудования, устанавливаемого на локомотив, основная задача таких средств должна ограничиваться интегральной оценкой работоспособности контролируемого оборудования (на уровне «работоспособен — неработоспособен») и прогнозированием изменения его технического состояния с целью определения объемов и сроков технического обслуживания. Для выявления (локализации) конкретных неисправностей могут использоваться стационарные средства диагностики, необходимый набор которых определяется по результатам контроля различных групп оборудования тепловоза бортовыми средствами.

Основа любого метода диагностирования — диагностическая модель контролируемого объекта, т.е. формальное описание работоспособного состояния машины или агрегата, позволяющее по известным значениям входных параметров вычислять с заданной точностью значения его выходных параметров.

Если оценивается правильность функционирования объекта в целом, без локализации отказов по отдельным узлам, то диагностическая модель может не описывать его внутреннюю структуру. Она должна отражать только количественную зави-

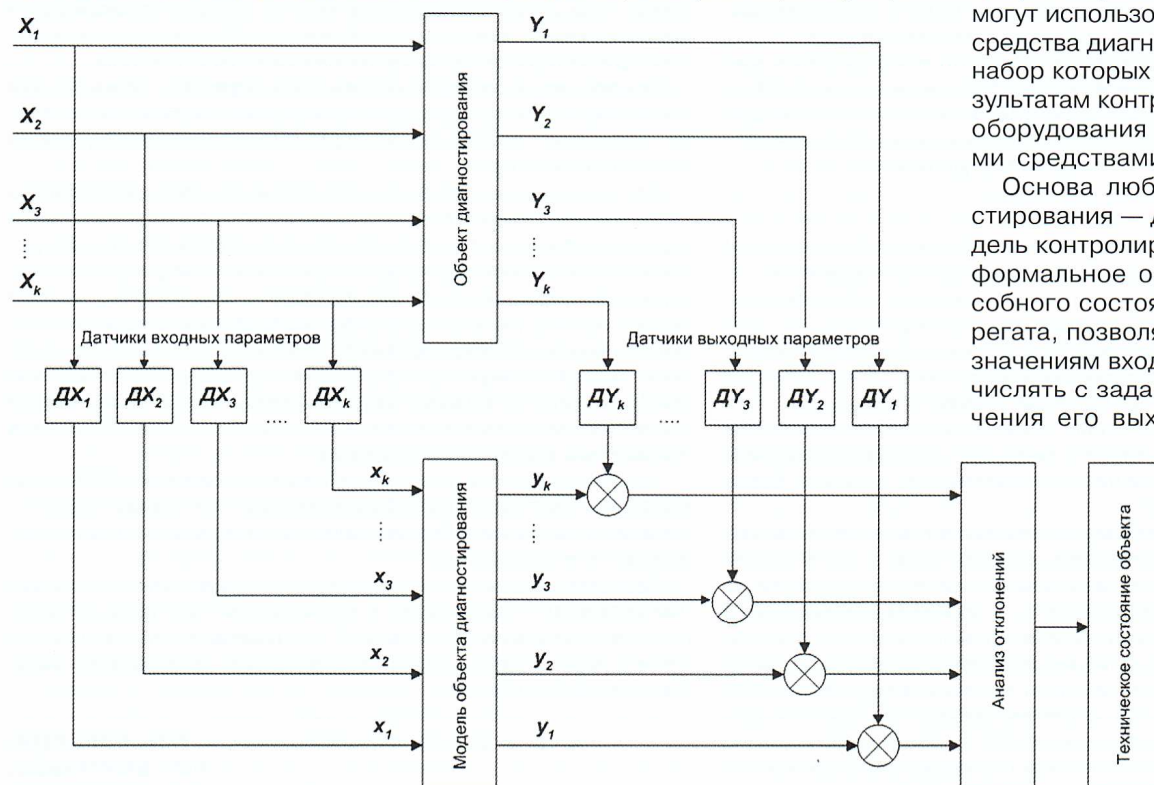


Рис. 1. Схема процесса определения работоспособности объекта с использованием регрессионной модели

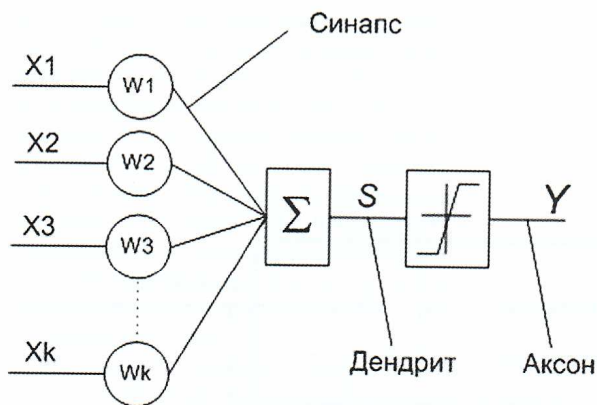


Рис. 2. Структура искусственного нейрона

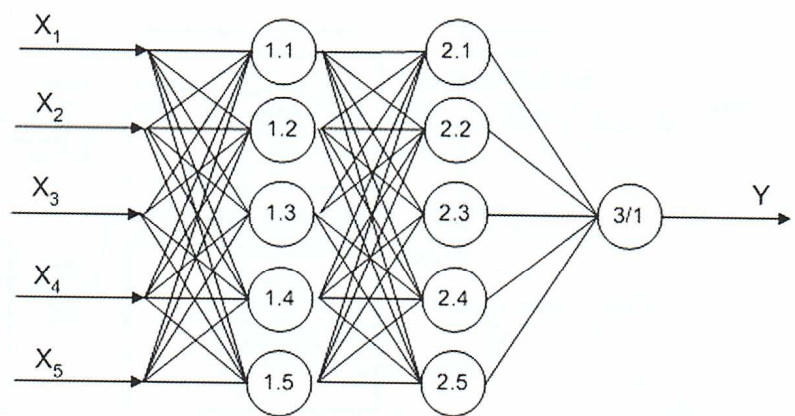


Рис. 3. Структура трехслойной сети прямого распространения

симость значений выходных параметров от входных значений в эксплуатационных или тестовых режимах работы объекта.

Для решения подобных задач широко применяются так называемые регрессионные модели. Такая модель представляет собой функциональную зависимость (уравнение регрессии), описывающую изменение выходных параметров объекта, когда известны изменения его входных. При этом для построения модели (определения коэффициентов уравнения) используются только значения измеряемых параметров, а физические основы функционирования объекта не учитываются.

Подобная модель, как правило, не является интерпретируемой, т.е. не позволяет ответить на вопрос «почему?», но более точно отображает влияние входов объекта на его выходы, т.е. с большей точностью отвечает на вопрос «как?». Схема процесса определения работоспособности объекта диагностирования, в которой используется регрессионная модель, представлена на рис. 1.

При выборе математического аппарата диагностических моделей для решения практических задач контроля технического состояния объекта необходимо учитывать не только точность моделирования, но и удобство ее реализации в пользовательских приложениях. Должны обеспечиваться также возможность дообучения по мере накопления экспериментальных данных, инвариантность по отношению к особенностям функционирования объекта диагностирования, к количеству его входных параметров и др.

В связи с этим интерес для оперативного контроля технического состояния силовой установки тепловоза представляет аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС). Элементарная составная часть искусственной нейронной сети — вычислительная структура, называемая нейроном. Он состоит из элемен-

тов трех типов (рис. 2): умножителей (синапсов), сумматора и нелинейного преобразователя.

Синапсы принимают сигналы из внешней среды или от других нейронов сети и умножают их на числа $w_1 \dots w_k$ (веса синапсов), характеризующие силу связей. Сумматор Σ выполняет сложение взвешенных (т.е. умноженных на веса) сигналов, поступающих по синаптическим связям. Нелинейный преобразователь вычисляет величину выходного сигнала Y нейрона, который посредством межнейронных связей (аксонов) подается на входы нейронов следующего слоя или является выходом сети.

Нейронная сеть представляет собой совокупность таких нейронов, определенным образом соединенных друг с другом и с внешней средой с помощью связей (синапсов), определяемых весовыми коэффициентами w_k . Свойства и возможности сети зависят, главным образом, от схемы соединения ее нейронов (структуры сети) и видов функций, реализуемых нелинейным преобразователем. В специальной литературе описано множество типов сетей, используемых для решения различных задач. Большинство задач технической диагностики успешно решаются с помощью многослойных сетей прямого распространения (рис. 3), в которых нейроны располагаются слоями.

При этом выходы всех нейронов предыдущего слоя (или все входы сети) поступают на входы всех нейронов последующего слоя. Каждый из кружков 1.1... 3.1 на рис. 3 представляет собой нейрон, схема которого представлена на рис. 2. При использовании сети для моделирования технических объектов количество слоев сети и число нейронов в каждом из них выбираются с учетом количества входных и выходных параметров объекта и сложности его функционирования.

Для того чтобы работа сети (т.е. реакция ее выходов на изменение

входов) точно соответствовала работе реального объекта, ее обучают, т.е. подбирают значения весов $w_1 \dots w_k$ таким образом, чтобы разница между значениями выходов сети $y_1 \dots y_k$ и соответствующих выходов реального объекта $Y_1 \dots Y_k$ была минимальной. Для обучения используются значения входных и выходных параметров реального объекта, измеренные в процессе его эксплуатации (так называемая обучающая выборка). Обучение сети выполняется в автоматическом режиме с использованием специальных обучающих алгоритмов.

Аппарат искусственных нейронных сетей позволяет решать задачу оценки работоспособности как для объекта в целом, так и для его отдельных функционально обособленных систем. В первом случае поведение всего объекта в целом моделируется одной нейронной сетью, входами которой будут входные параметры объекта, а выходами — его выходные параметры, характеризующие способность объекта выполнить требуемую функцию, определяемую его назначением. Во втором случае объект диагностирования рассматривается как система взаимосвязанных функционально обособленных систем (блоков), работа каждого из которых моделируется отдельной нейронной сетью.

То есть диагностическая модель объекта в приведенном случае представляет собой нейросетевой диагностический комплекс, связи между сетями которого соответствуют связям между системами (блоками) реального объекта. Создание и поддержка такого комплекса, помимо увеличения количества контролируемых параметров, характеризующих процесс функционирования объекта, требует существенно больших затрат времени на обучение сетей и повышенной мощности аппаратных средств для выполнения диагностирования. Однако в случае отказа объекта результатом работы комплекса будет не просто заключение

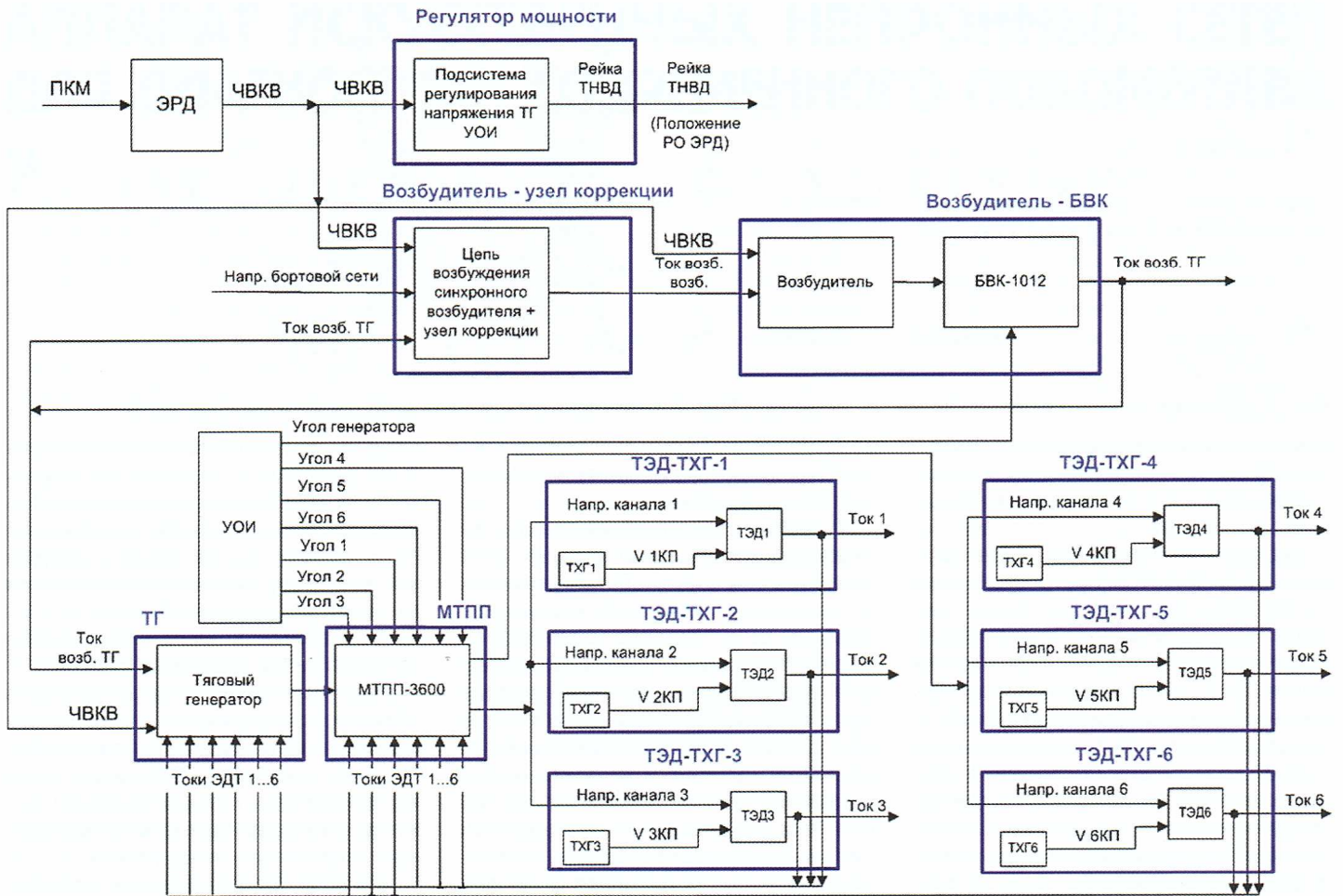


Рис. 4. Структурно-функциональная модель электрической передачи тепловоза 2ТЭ116У

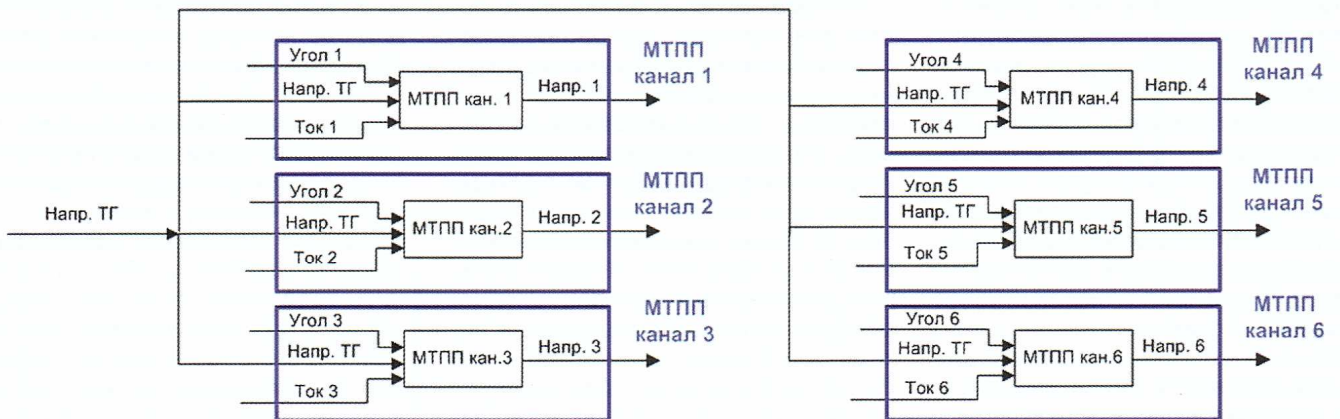


Рис. 5. Структурно-функциональная модель тягового выпрямителя МТПП-3600 тепловоза 2ТЭ116У

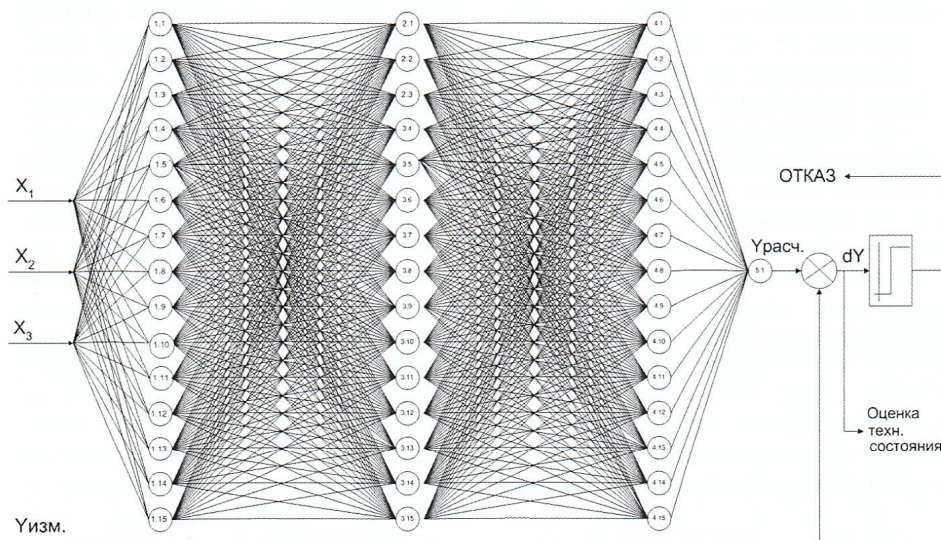


Рис. 6. Нейросетевая модель узла электрической передачи

о его неработоспособном состоянии, но и локализация отказа с точностью до системы (блока). Это позволит сократить время восстановления объекта после отказа.

В рамках работы по совершенствованию системы технического обслуживания локомотивов лабораторией диагностики Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института подвижного состава (ОАО «ВНИКТИ», г. Коломна) разработаны нейросетевые диагностические комплексы для контроля технического состояния электрической передачи тепловозов 2ТЭ116У, 2ТЭ70, 2ТЭ25К и ТЭП70БС. Входной информацией для комплексов являются данные, регистрируемые подсистемой ди-

агностики бортовой микропроцессорной системы управления силовой установкой МСУ-Т(П, Э), которой оборудуются все серии выпускаемых в настоящее время отечественных магистральных тепловозов. Объем этих данных позволяет решать не только задачу контроля технического состояния электрической передачи в целом, но и локализовать отказы с точностью до отдельных систем.

Исходя из перечня параметров, контролируемых подсистемой диагностики, разработаны функциональные модели электрической передачи тепловозов. На рис. 4 и 5 представлена такая модель для тепловоза 2ТЭ116У с выделенными функционально обособленными системами, отказы которых могут распознаваться с помощью нейросетевых диагностических моделей. Работа каждой из систем, выделенных на рисунках прямоугольниками синего цвета, моделируется отдельной нейронной сетью прямого распространения с 1... 3 входами и одним выходом. Чтобы упростить программную реализацию комплекса и облегчить процесс выполнения подготовительных операций при его эксплуатации, структуру всех моделей комплекса унифицировали.

Сравнивая анализы процессов обучения и расчеты тестовых выборок сетями различной структуры, пришли к следующему заключению. Наилучшие результаты по скорости обучения, точности моделирования и быстройдействию достигаются при использовании четырехслойной сети прямого распространения с тремя входами, входным слоем из 15 нейронов, выходным слоем из одного нейрона и двумя внутренними (скрытыми) слоями, каждый из которых включает по 15 нейронов (рис. 6).

Чтобы повысить точность моделирования, работу каждого тягового двигателя с осевым тахогенератором моделировали тремя сетями, соответствующими различным значениям коэффициента ослабления возбуждения. Таким образом, нейросетевой комплекс для контроля технического состояния электрической передачи тепловоза серии 2ТЭ116У включает 29 нейросетевых моделей систем передачи, каждая из которых имеет структуру, изображенную на рис. 6.

Обучение сетей комплекса выполняется с использованием данных, накапливаемых подсистемой диагностики бортового управляющего комплекса МСУ-Т(П, Э) на жестком диске дисплейного модуля. Оперативная информация на стационарный сервер может пере-

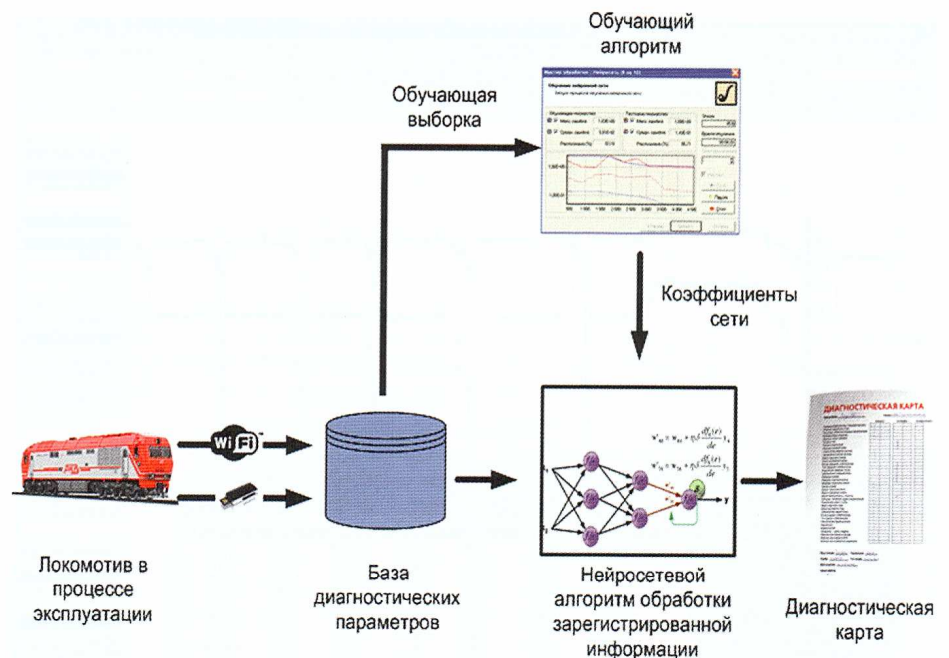


Рис. 7. Организация контроля технического состояния локомотивного парка депо

даваться либо по беспроводному каналу связи, либо с использованием переносных Flash-накопителей (рис. 7). На стационарном сервере данные в автоматическом режиме распаковываются и помещаются в единую базу данных локомотивного депо. Далее подсистема обучения формирует обучающую

выборку для каждой из сетей комплекса за указанный оператором период (рис. 8), в течение которого состояние локомотива определялось как работоспособное, и выполняет обучение сетей.

Процесс обучения контролируется оператором и завершается при достижении заданной величины

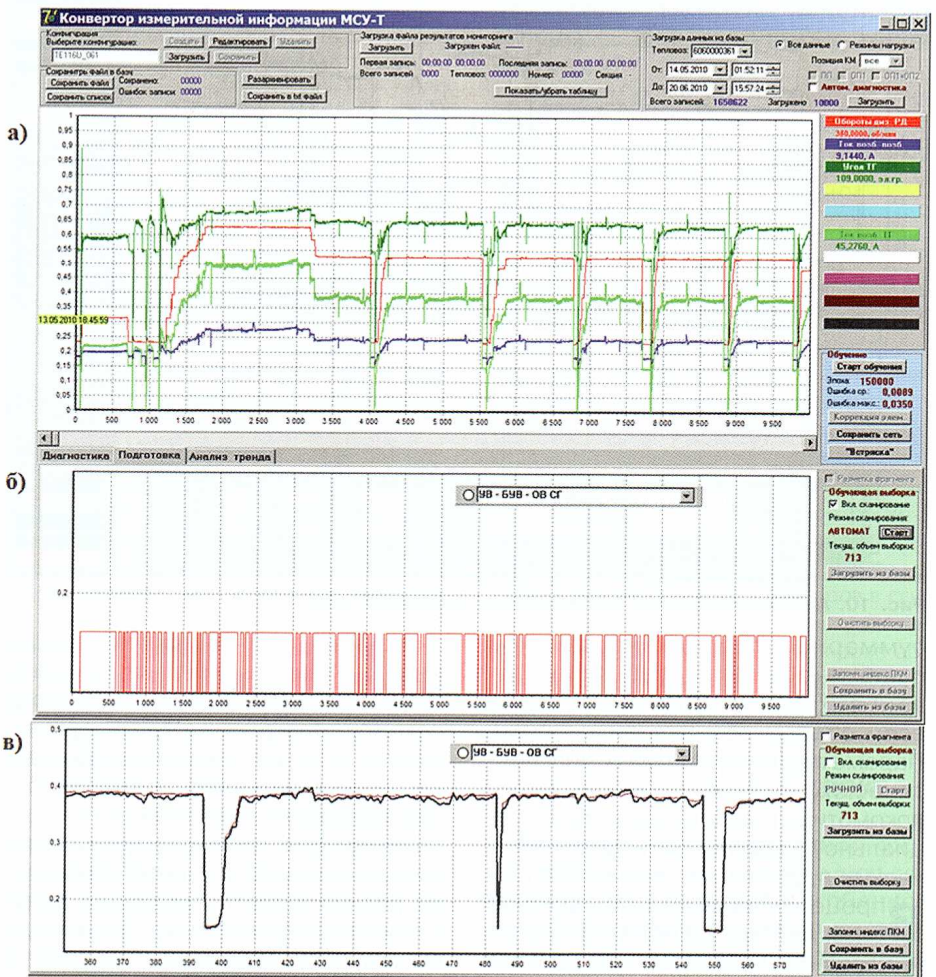


Рис. 8. Обучение сети «Возбудитель — БВК»:

а — входные параметры сети; б — отображение отсчетов, включенных в обучающую выборку сети; в — результаты обучения



Рис. 9. Промежуточный протокол диагностирования электрической передачи локомотива



Рис. 10. Анализ изменения технического состояния узла

суммарной среднеквадратичной ошибки (обычно от 1 до 4 %) расчета выходного параметра сети на всем объеме обучающей выборки. Параметры нейросетевых диагностических моделей и для каждого локомотива (секции) хранятся в специальной таблице базы диагностических параметров (см. рис. 7).

В процессе диагностирования из базы данных выбираются значения входных параметров соответствующей сети локомотива, вычисляется значение выходного параметра сети и сравнивается с измеренным

значением этого же параметра (см. рис. 1). Разность между измеренным и вычисленным значениями выхода сети (ошибка отклика сети) характеризует отличие текущего технического состояния узла от его состояния на момент обучения сети.

На каждом шаге диагностирования для каждой из сетей комплекса рассчитывается величина допустимой ошибки отклика, зависящая от точности измерения входных и выходных параметров сетей, характера их изменения и свойств сети. Чтобы уменьшить влияние случай-

ных изменений параметров на результаты диагностирования, оценка технического состояния узла выполняется не по единичным ошибкам отклика сетей и их допустимым значениям, а по величине суммарных среднеквадратических значений этих величин на определенном объеме диагностической выборки (от 3 до 10 тыс. отсчетов).

Диагностирование выполняется автоматически, когда осуществляется загрузка измерительной информации в базу диагностики («на лету»), по часовым интервалам (при загрузке данных с Flash-накопителя) или двухчасовым (при загрузке данных по радиоканалу). По каждому из интервалов формируется промежуточный протокол (рис. 9), который заносится в специальную таблицу базы диагностики. Для оценки изменения технического состояния оборудования локомотива за известный период (например, межремонтный пробег) и определения объемов ремонта выполняется анализ протоколов диагностирования, накопленных за этот период (рис. 10).

Изменение среднеквадратических ошибок протоколов в течение межремонтного периода эксплуатации локомотива характеризует техническое состояние групп оборудования. Устойчивое превышение допустимых пределов изменения этой ошибки (красная линия на рис. 10) свидетельствует о предотказном состоянии оборудования и необходимости выполнения дополнительного объема технического обслуживания.

Применение нейросетевых технологий для оперативного контроля технического состояния оборудования локомотивов имеет хорошие перспективы. Данная технология позволяет в полной мере использовать весь объем диагностической информации, накапливаемой подсистемой бортовой диагностики современных локомотивов, для коррекции объемов плановых видов ремонта и повышения эффективности системы технического обслуживания.

Д-р техн. наук **А.В. ГРИЩЕНКО**, профессор кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ПГУПС,

кандидаты технических наук

В.В. ГРАЧЁВ,

доцент,

Ю.В. БАБКОВ,

первый заместитель генерального

директора ОАО «ВНИКТИ»,

Ю.И. КЛИМЕНКО,

заведующий НИИКБ,

С.И. КИМ, К.С. ПЕРФИЛЬЕВ,

начальники отделов,

инж. **М.В. ФЕДОТОВ**,

заведующий лабораторией

ТРУДНЫЕ ВОПРОСЫ УВОЛЬНЕНИЯ

КАК ОТСТОЯТЬ СВОИ ПРАВА ПРИ УВОЛЬНЕНИИ

Увольнение — всегда стресс для человека. А в эпоху экономического кризиса вдвойне. От потери постоянной работы сейчас никто не застрахован, даже самый квалифицированный работник. Поэтому очень важно знать свои права и при возможности умело ими пользоваться.

Увольнение, в первую очередь, является юридической процедурой, которая должна быть выполнена с полным соблюдением законодательства. Работодатель вправе уволить работника по своей инициативе только в тех случаях и по тем основаниям, которые предусмотрены Трудовым кодексом (ТК) РФ или иными федеральными законами. Увольнение же работника без законных оснований или с нарушением установленных правил увольнения влечет за собой восстановление этого работника на работе с оплатой времени вынужденного прогула и компенсацией морального вреда.

Сегодня особую значимость приобрели такие основания для увольнения, как ликвидация организации либо прекращение деятельности работодателем — физическим лицом (п. 1 ст. 81 ТК РФ), а также сокращение численности или штата работников организации (п. 2 ст. 81 ТК РФ).

Ликвидация организации означает прекращение ее существования и деятельности без перехода прав и обязанностей в порядке правопреемства к другим лицам. Решение о ликвидации, принятое уполномоченным органом в порядке, установленном законодательством, является основанием для предупреждения работников о предстоящем увольнении. В случае прекращения деятельности филиала, представительства или иного обособленного подразделения организации, расположенного в другой местности, увольнение работников этого подразделения проводится по тем же правилам, что и для прекращения деятельности организации.

Другим основанием для увольнения является сокращение численности или штата работников. Организация самостоятельно определяет свою структуру и штаты, поэтому штатное расписание может меняться достаточно часто. Подразумевается, что сокращение численности или штата проводится для совершенствования работы организации и рационального укомплектования ее квалифицированными кадрами. Увольнение работников по этому основанию возможно, например, при фактическом сокращении объема работ и уменьшении в связи с этим количества работников. Также сокращение возможно при перераспределении обязанностей работников с сохранением общего объема

работ, в результате которого количество необходимых сотрудников уменьшается.

Особую важность при разрешении трудовых споров имеет вопрос о том, произведено ли это сокращение в действительности. Подтверждением проведения сокращения в случае возникновения спора могут служить соответствующие приказы (распоряжения) руководителя организации, выписки из штатных расписаний (до и после увольнения работника), данные о сокращении фонда заработной платы и тому подобное. При сокращении, как правило, сначала ликвидируются вакантные должности, и лишь потом увольняют работающих.

Список работников, подлежащих сокращению, определяется работодателем. Каждая кандидатура рассматривается отдельно с учетом тех прав, гарантий и преимуществ, которые установлены для случая сокращения численности или штата трудовым законодательством. Преимущественное право на оставление на работе предоставляется работникам с более высокой производительностью труда и квалификацией. При равной производительности труда и квалификации предпочтение в оставлении на работе отдается:

- ▶ семейным — при наличии двух или более иждивенцев;
- ▶ лицам, в семье которых нет других работников с самостоятельным заработком;
- ▶ сотрудникам, получившим в период работы у данного работодателя трудовое увечье или профессиональное заболевание;
- ▶ инвалидам Великой Отечественной войны и инвалидам боевых действий по защите Отечества;
- ▶ работникам, повышающим свою квалификацию по направлению работодателя без отрыва от производства.

Увольнение по сокращению численности или штата работников организации допускается лишь тогда, когда нельзя перевести сотрудника с его согласия на другую работу. Работодатель обязан предложить ему все вакантные должности, имеющиеся в организации и соответствующие квалификации работника.

В любом случае, при ликвидации организации и при сокращении штата работник имеет право на определенные гарантии и компенсации.

Работодатель обязан предупредить работника о предстоящем увольнении персонально и под расписку не менее чем за два месяца до увольнения. Нарушение этого срока предупреждения часто является основанием для принятия судами решений о восстановлении уволенных сотрудников на работе. Увольнение беременной женщины вообще не допускается, за исключением случаев ликвидации организации.

Зачастую работодатель тем или иным способом вынуждает сотрудников написать заявление об увольнении «по собственному желанию», поскольку в таком случае он (работодатель) освобождается от предоставления работнику соответствующей компенсации и, следовательно, от лишних затрат. Поэтому сотрудник всегда должен понимать, что он и работодатель являются разными сторонами трудовых отношений и в случае увольнения интересы организации и работника зачастую могут быть прямо противоположными. Рассмотрим несколько ситуаций, которые могут возникнуть в жизни.

КАК ЗАБРАТЬ ТРУДОВУЮ КНИЖКУ

Сотрудница отработала в компании полгода. В июле подала заявление на расчет по собственному желанию. Из-за конфликта с начальством ей не позволили отработать две недели и не отдали трудовую. В августе предложили в трудовой сделать запись: «Трудоустройство считать недействительным». Как поступить в такой ситуации?

Согласно ст. 80 ТК РФ работник имеет право расторгнуть трудовой договор по собственному желанию, предупредив об этом работодателя в письменной форме не позднее чем за две недели.

По истечении срока предупреждения об увольнении сотрудник имеет право прекратить работу. В последний день работы работодатель обязан выдать ему трудовую книжку, другие документы, связанные с работой, по письменному заявлению работника и произвести с ним окончательный расчет. В случае задержки с выдачей трудовой книжки работодатель обязан возместить сотруднику неполученный им заработок, если данное обстоятельство лишило работника возможности трудиться (ст. 234 ТК РФ).

За защитой своих трудовых прав в случае нарушения работодателем трудового законодательства работник вправе обратиться в государственную инспекцию труда либо в суд.

УВОЛЬНЕНИЕ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СРОКЕ

Находясь на испытательном сроке, работник решил уволиться. Имеются ли какие-либо особенности расторжения трудового договора по собственному желанию в данном случае?

По общему правилу работник имеет право расторгнуть трудовой договор

по собственному желанию, предупредив об этом работодателя в письменной форме не позднее чем за две недели (ст. 80 ТК РФ).

В отличие от данной нормы работник, принятый на работу с испытательным сроком, в период испытания имеет право расторгнуть трудовой договор по собственному желанию, предупредив об этом работодателя в письменной форме за три дня (ст. 71 ТК РФ).

КАК УВОЛИТЬСЯ ПО СОБСТВЕННОМУ ЖЕЛАНИЮ

Работник подал заявление на увольнение по собственному желанию. По истечении двух недель работодатель увольнение не произвел. Как должен поступить в этом случае работник?

Согласно ст. 80 ТК РФ работник имеет право расторгнуть трудовой договор, предупредив об этом работодателя в письменной форме не позднее чем за две недели, если иной срок не установлен ТК РФ или иным федеральным законом. Течение указанного срока начинается на следующий день после получения работодателем заявления работника об увольнении.

Основанием для увольнения по собственному желанию является письменное заявление работника. Согласия работодателя на увольнение по собственному желанию не требуется. Поэтому работодатель не вправе отказывать в расторжении трудового договора.

В ст. 80 ТК РФ предусмотрено, что по истечении срока предупреждения об увольнении работник имеет право прекратить работу. В последний день работы работодатель обязан выдать ему трудовую книжку, другие документы, связанные с работой, по письменному заявлению работника и произвести с ним окончательный расчет. В случае задержки выдачи работнику трудовой книжки работодатель обязан возместить неполученный им заработок (ст. 234 ТК РФ).

УВОЛЬНЕНИЕ СРОЧНИКА В ПЕРИОД БОЛЕЗНИ

У находящегося на больничном работника закончился срок трудового договора. Может ли работодатель его уволить?

Окончание срока трудового договора является самостоятельным основанием прекращения трудового договора. Увольнение по данному основанию относится к общим основаниям прекращения трудового договора и не является увольнением по инициативе работодателя. Таким образом, нормы ст. 81 ТК РФ, согласно которым не допускается увольнение работника по инициативе работодателя (за исключением случая ликвидации организации либо прекращения деятельности индивидуальным предпринимателем) в период его временной нетрудоспособности и в период пребывания в отпуске, не применяются. Следовательно, работник может быть уволен.

УВОЛЬНЕНИЕ ПО СОКРАЩЕНИЮ

При увольнении по сокращению работнику выплачивается выходное пособие, а также сохраняется средний заработок на период трудоустройства, но не свыше двух месяцев со дня увольнения (с зачетом выходного пособия). Что означает фраза «с зачетом выходного пособия»?

В соответствии со ст. 178 ТК РФ при расторжении трудового договора с ликвидацией организации (п. 1 ст. 81 ТК РФ) либо сокращением численности или штата работников организации (п. 2 ст. 81 ТК РФ) увольняемому работнику выплачивается выходное пособие в размере среднемесячного заработка, а также за ним сохраняется средний месячный заработок на период трудоустройства, но не свыше двух месяцев со дня увольнения (с зачетом выходного пособия).

В исключительных случаях средний месячный заработок сохраняется за уволенным работником в течение третьего месяца со дня увольнения по решению органа службы занятости населения при условии, если в двухнедельный срок после увольнения работник обратился в этот орган и не был им трудоустроен.

Сохранение среднего месячного заработка на период трудоустройства, но не свыше двух месяцев со дня увольнения с зачетом выходного пособия означает, что средний заработок выплачивается за второй месяц нетрудоустройства работника. Выходное пособие, выплачиваемое при увольнении, — это гарантированная выплата за первый месяц.

ДОГОВОР НА ОБУЧЕНИЕ ЗА СЧЕТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Руководитель принимает на работу человека, которого прежде надо обучить соответствующей профессии в организации. На период обучения есть смысл заключить с ним ученический договор. В соответствии с Трудовым кодексом (ТК) РФ с лицами, ищущими работу, заключается ученический договор на профессиональное обучение, а с работниками организации — ученический договор на переобучение без отрыва от работы (ст. 198 ТК РФ). Лицензии предприятию для заключения такого договора не требуется (подп. «а» п. 2 Постановления Правительства РФ от 18.10.2000 № 796).

Обязательным условием ученического договора является размер оплаты в период ученичества (стипендии). Желательно на предприятии принять положение об оплате ученичества, где предусмотреть размер стипендии в зависимости от получаемой профессии, специальности, квалификации. Стипендия не может быть ниже минимального размера оплаты труда (ст. 204 ТК РФ).

Ученический договор с лицом, ищущим работу, является гражданско-правовым.

На основании этого, а также учитывая нормы п. 1 ст. 236 и п. 3 ст. 238 НК РФ, Фонд социального страхования (ФСС) РФ в Письме от 11.06.2003 № 02-18/05-3937 «Об ученических договорах» разъяснил, что на вознаграждения, выплачиваемые согласно ученическому договору лицам, ищущим работу, единый социальный налог в части суммы, подлежащей зачислению в ФСС РФ, не начисляется.

Следует ли отсюда, что во все остальные фонды налог начисляется? Нет, не следует. Поскольку стипендии и вознаграждения по такому договору выплачиваются не за выполнение работ (оказание услуг), а за обучение, то исходя из ст. 236 НК РФ такие выплаты от налога освобождаются. Не облагаются они и страховыми взносами на обязательное пенсионное страхование (ст. 10 Закона от 15.12.2001 № 167-ФЗ «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации»). Страховые взносы на социальное страхование от несчастных случаев начисляются в случае, если их уплата предусмотрена самим ученическим договором.

Для целей налогообложения прибыли эти выплаты можно учесть на основании подп. 49 п. 1 ст. 264 НК РФ. Помните, что экономически оправданными такие затраты могут быть признаны только в том случае, если данный специалист будет принят на работу в организацию по окончании срока ученического договора.

Что же касается ученического договора на переобучение, заключаемого с работником организации, то здесь необходимо учитывать следующее. Стипендия по ученическому договору является компенсационной выплатой, связанной с возмещением расходов на повышение профессионального уровня работников и не подлежит налогообложению согласно подп. 2 п. 1 ст. 238 НК РФ. Таким образом, стипендия ученику-работнику не облагается и страховыми взносами на обязательное пенсионное страхование.

Для целей налогообложения прибыли стипендия ученикам-работникам организации включается в состав расходов на основании п. 25 ст. 255 НК РФ. Чтобы включить затраты по выплате стипендии в расходы по оплате труда, необходимо вне-

сти положение об ученичестве в трудовой и (или) коллективный договор. Если же в организации не принято положение об ученичестве, то нужно закрепить в коллективном или трудовом договоре нормы о выплате стипендии на период переобучения, размер которой будет определен отдельным (ученическим) договором.

Фонд социального страхования РФ в Письме от 11.06.2003 № 02-18/05-3937 «Об ученических договорах» разъяснил, что стипендия по ученическим договорам по своей сути является ежемесячным денежным пособием учащимся и относится к социальным выплатам. Следовательно, на нее не начисляются и страховые взносы на социальное страхование от несчастных случаев. Это говорится в п. 4 Правил начисления, учета и расходования средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 02.03.2000 № 184, п. 2 Перечня выплат, на которые не начисляются страховые взносы в Фонд социального страхования Российской Федерации, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 07.07.1999 № 765.

Наряду с этим необходимо знать: можно ли включать в трудовой договор или дополнительное соглашение условие о порядке возмещения работником затрат компании на его обучение в случае его увольнения (если компания понесла значительные расходы в связи с обучением данного сотрудника)?

Трудовым законодательством прямо предусмотрена возможность включения в трудовой договор условия об обязанности работника отработать после обучения не менее установленного договором срока, если обучение проводилось за счет средств работодателя. Если работник увольняется без уважительных причин ранее предусмотренного сторонами договора срока отработки, работодатель вправе требовать (в том числе через суд) возмещения своих затрат, связанных с обучением работника.

Включение в приказ об увольнении указания на наличие каких-либо задолженностей у увольняемого работника законодательством не предусмотрено. Однако на практике, как правило, в приказе отмечается необходимость взыскания с него соответствующих сумм (затрат).

В соответствии со ст. 196 ТК РФ работодатель проводит профессиональную подготовку, переподготовку, повышение квалификации работников, обучение их вторым профессиям в организации, а при необходимости — в образовательных учреждениях начального, среднего, высшего профессионального и дополнительного образования на условиях и в порядке, которые определяются коллективным договором, соглашениями, трудовым договором. Необходимость профессиональной подготовки (переподготовки) кадров для собственных нужд определяет работодатель.

Согласно ст. 57 ТК РФ, в трудовом договоре могут предусматриваться дополнительные условия, не ухудшающие положение работника по сравнению с установленными законодательством (а также коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами). Также может включаться условие об обязанности сотрудника отработать после обучения не менее установленного договором срока, если обучение проводилось за счет средств работодателя. Статья 197 ТК РФ устанавливает, что право каждого работника на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации, включая обучение новым профессиям и специальностям, реализуется путем заключения дополнительного договора между работником и работодателем.

В соответствии со ст. 249 ТК РФ в случае увольнения без уважительных причин работника, трудовым договором с которым (соглашением об обучении) было предусмотрено, что он обязан отработать у данного работодателя какое-то время после окончания обучения, работник должен возместить затраты, понесенные работодателем при направлении его на обучение. Сумма затрат исчисляется пропорционально фактически не отработанному после окончания обучения времени.

Уважительность причины является оценочным понятием: трудовое законодательство не содержит перечня уважительных причин, поэтому вопрос о том, является ли то или иное обстоятельство уважительной причиной, должен быть решен сторонами в самом соглашении об обучении, а при возникновении спора — судом. Однако перечень уважительных причин можно указать в трудовом договоре. В качестве примера можно привести Положение о целевой и контрактной подготовке специалистов с высшим и средним профессиональным образованием, утвержденное Постановлением Правительства РФ от 19.09.1995 № 942 (далее — Положение). В п. 6 Положения дан перечень случаев, при которых работники освобождаются от исполнения договора. Среди них, например, наличие медицинских противопоказаний к работе или инвалидности у работника либо у его супруга (супруги), если работа предоставлена не по месту постоянного жительства. Также работники освобождаются от исполнения договора, если жена (муж) военнослужащие офицерского и начальствующего состава, при предоставлении работы не по месту службы их мужей (жен). То же возможно, в случае, если работница беременна, имеет ребенка в возрасте до 1,5 лет, а также в случае нахождения работы мужа (жены) не по основному месту жительства.

В договоре могут быть предусмотрены и иные основания, например, нарушение работодателем правовых актов в сфере труда, условий коллективного договора. Однако при разногласиях в трактовании уважительных причин оконча-

тельную оценку будет давать суд. Сложившаяся судебная практика по этому вопросу показывает, что работодателю возвращается не вся сумма целиком, а лишь часть, рассчитанная пропорционально времени, отработанного работником на предприятии.

Работодатель имеет право требовать возмещения всех видов затрат, фактически понесенных при направлении работника на обучение: непосредственно оплаты обучения, стоимости проезда к месту учебы и обратно, стипендии на период учебы. Необходимым условием для возмещения затрат, понесенных работодателем на обучение сотрудника, является документ, подписанный работодателем и работником. Таким документом может быть трудовой договор, дополнительное соглашение к трудовому договору, соглашение об обучении и др. В них оговариваются все необходимые условия и порядок обучения сотрудника.

Необходимо отметить, что согласно ст. 137 ТК РФ удержания из заработной платы работника могут производиться только в случаях, прямо предусмотренных ТК РФ и иными федеральными законами. При этом право работодателя на удержание из заработной платы работника суммы затрат на обучение ни ТК РФ, ни иными федеральными законами не установлено. Поэтому в любом случае, даже если между работником и работодателем заключено соответствующее соглашение об обучении сотрудника, затраты на такое обучение, в случае его отказа добровольно их возместить, могут быть взысканы работодателем только в судебном порядке (ст. 248, ст. 391 ТК РФ).

Увольнение работника в указанной ситуации осуществляется в общем порядке. Унифицированная форма № Т-8 (приказ о прекращении (расторжении) трудового договора с работником), утвержденная постановлением Госкомстата РФ от 5.01.2004 № 1, не содержит дополнительного реквизита, который можно было бы заполнить текстом о наличии у работодателя материальных претензий к работнику. Указания по заполнению данной формы (утверждены тем же постановлением) предусматривают возможность приложения к приказу документа об отсутствии материальных претензий к работнику и только при увольнении материально ответственного лица.

Однако все эти обстоятельства не препятствуют тому, чтобы непосредственно в приказе указать на необходимость взыскания с работника соответствующих затрат. При этом такое указание не является обязательным и никак не влияет на возможность эффективного взыскания с работника затрат на обучение.

Надо также отметить, что работодатель вправе, учитывая конкретные обстоятельства, снизить размер взыскиваемых затрат либо полностью отказаться от возмещения ущерба (ст. 240 ТК РФ).

М.М. ГАЛКИНА,
экономист, г. Москва



МОДЕЛЬ СТАНЦИИ ПОМОЖЕТ НАЙТИ МЕСТО АВАРИИ

Ученые решают проблемы эксплуатации

Обнаружить повреждения контактной сети на крупных станциях очень сложно. Главная проблема состоит в том, что чем дольше идет поиск места повреждения, тем больше бывает задержано поездов. Сегодня места устойчивых коротких замыканий (к.з.) определяются, в основном, поочередным отключением разъединителей и последующей пробной подачей напряжения на секции станции. Эти попытки включений на к.з. обычно приводят к повышенному износу выключателя и силового трансформатора, возможному пережогу контактной сети, увеличению объема повреждений. Время поиска повреждения увеличивается.

В последние годы появились современные системы диагностики оборудования тяговых подстанций, регистраторы аварийных событий и процессов, построенные на микропроцессорных базовых модулях, а также мощные средства вычислительной техники, АСУ на энергодиспетчерских пунктах. Это открывает новые возможности для диагностики и обнаружения поврежденной секции станции.

Учеными Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС), сотрудниками «Росгеостройпроекта» и службы электрификации и электроснабжения Юго-Восточной дирекции инфраструктуры ведутся исследования по диагностике и дистанционному определению места к.з. на крупной станции.

Исследования пока носят инициативный характер, но такая проблема остро стоит на сети железных дорог. До недавнего времени считалось, что дистанционно найти поврежденную секцию невозможно: процессы, которые происходят на секциях станции при к.з. были трудны для анализа.

Авторы идеи предложили разработать компьютерную модель станции, на основе которой можно создать базу соответствия мест к.з. и параметров аварийного режима. После сбора информации об аварийном режиме и на основе собранных и полученных расчетным путем данных определяют поврежденную секцию в режиме реального времени.

Создание адекватной модели станции для расчета параметров к.з. является сложной задачей. Каждая станция имеет свою специфику: большое количество параллельных путей, разветвленность, различное количество питающих тяговых подстанций, схему канализации тягового тока, возможность изменения схем секционирования и т.д. Кроме того, на переменном токе в многопроводных тяговых сетях расчеты осложняет присутствие взаимной индуктивности. Поэтому расчет токов к.з. в тяговых сетях сложной конфигурации, как правило, сводят к упрощенным моделям. Все это затрудняет выделение аварийной секции на станции.

В качестве объекта исследования была выбрана станция Лиски Юго-Восточной до-

роги, питающаяся от тяговой подстанции переменного тока Блочный Завод. На рис. 1 приведен снимок станции Лиски из космоса. Она по характеру работы является сортировочной, по объему работ — внеклассной, состоит из пяти парков, имеет сильное путевое развитие, большое количество параллельных путей в парках, изгиб. В качестве регистраторов аварийных событий на станции применяется система диагностики параметров подстанции (СДПП).

Для сравнения были построены модели двух типов: высокоточная модель электрической части инфраструктуры станции и однолинейная модель, построенная на стандартных принципах эквивалентирования тяговой сети. В основу расчетов параметров аварийных режимов двух моделей положен матричный метод.

Для создания высокоточной модели было принято решение выполнить моделирование станции с минимальными упрощениями. Важным шагом здесь стало разделение тяговой сети на контактную сеть и рельсы. Это позволило по-новому взглянуть на электрические процессы на станции. Так, появилась возможность исследовать пути канализации тока и другие электрические процессы отдельно по контактной сети и рельсам. Эта модель открыла новые пути в расчетах и анализе полученных результатов. А правильное представление об аварийных процессах, происходящих на любой секции

Результаты параметров аварийного режима

Путь	Экспериментальные данные с СДПП						
	Ток, А	Напряжение, кВ	Полное сопротивление, Ом	Активное сопротивление, Ом	Индуктивное сопротивление, Ом	Высокоточная модель, индуктивное сопротивление, Ом	Обычная модель, индуктивное сопротивление, Ом
4	6005	10,49	1,75	1,34	1,12	1,17	4,40
5	9617	13,04	1,36	0,80	1,09	1,16	3,85
9	6999	10,53	1,50	0,96	1,16	1,22	2,25

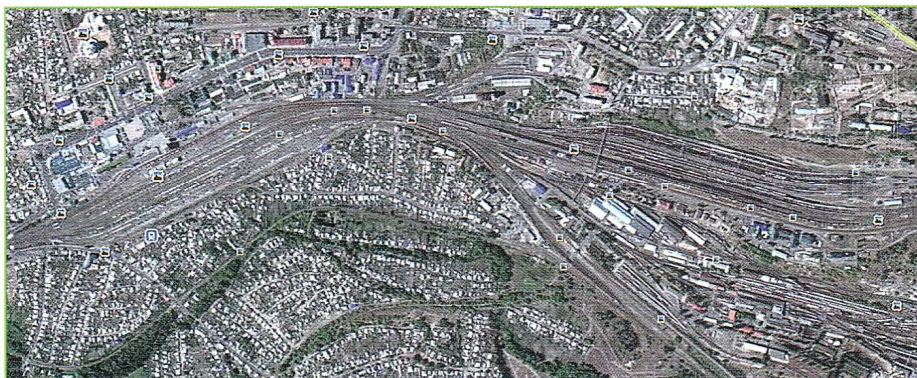


Рис. 1. Снимок станции Лиски из космоса

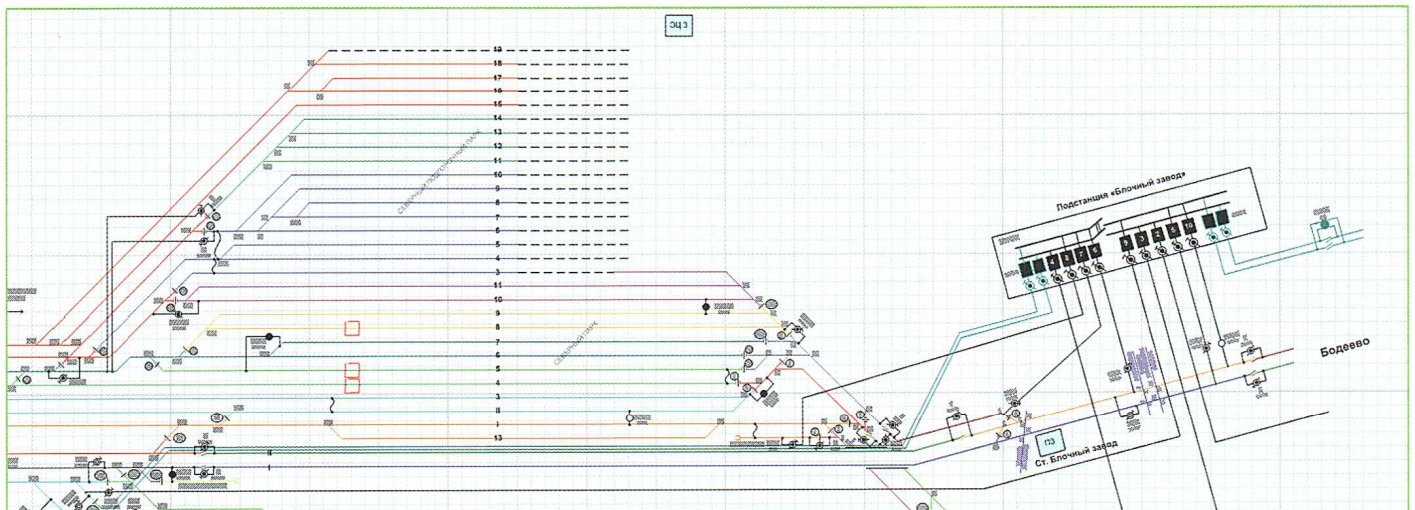


Рис. 2. Фрагмент принципиальной схемы станции, где проходил эксперимент

ДИОДНЫЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ СТАНЕТ НАДЕЖНЕЙ

По следам наших выступлений

В конце мая мы получили от-вет: «Управлением электрифика-ции и электроснабжения Цент-ральной дирекции инфраструкту-ры — филиала ОАО «РЖД» рас-смотрен опубликованный в жур-нале «Локомотив» (№ 3 за 2012 год) материал работника Белго-родской дистанции электроснаб-жения А.В. Перфильева «Модер-низированы заземляющие цепи».

Предложение А.В. Перфильева признано актуальным, заводом МЭЗ ОАО «РЖД» совместно с ПКБ ЭЖД разработана конструкторская до-кументация на изготовление диодного заземлителя ЗД-2М с учетом предложений Белгородской дистанции электроснабжения. После прохождения всех необходимых испытаний новый тип диодного за-землителя будет поставлен на производство». Подписано главным ин-женером ЦЭ В.В. Ханановым.

В телефонном разговоре Главный конструктор Московского элек-тромеханического завода (МЭЗ) И.В. Невдачин еще больше укрепил надежды на благополучное решение вопроса: уже в июне этого года изготовили первые пять заземлителей с лавинными вентилями, ко-торые пройдут эксплуатационные испытания. Следующим этапом станет серийный выпуск и поставки на сеть дорог.

Когда я позвонил в Белгород и сообщил автору статьи об этих но-востях, он вначале не поверил, а потом стал говорить, что это только благодаря публикации дело сдвинулось с «мертвой» точки. А.В. Пер-фильев стоял на своем даже после того, как я передал ему информа-цию, что тревожные сигналы про отказы диодных заземлителей при-ходили в главк с Приволжской дороги, и все это сыграло на пользу. Артур Валерьевич очень эмоционально объяснил:

— Проблемой отказа ЗД-2 мы начали заниматься с 2009 года, когда пошел их массовый отказ. К нам они приходили уже больше года. Мы сразу же сообщили об этой проблеме в Дорожную электротехническую лабораторию (ДЭЛ) Юго-Восточной дороги. Потом написали письмо на МЭЗ в 2010-м, если мне только не изменят память. Завод наше пись-мо переправил в ПКБ ЭЖД. Всю информацию мы еще раз повторно на-правляли в ПКБ, но ответа по этой проблеме нам по сей день не дали!

Теперь можно считать, что ответ, самый достоверный и убедительный, есть. И нам не потребуются многочисленные копии писем в разные инстанции, присланные по электронной почте новатором из Белгорода. Совместными усилиями удалось сделать первые шаги к решению пусть не самой крупной, но очень хлопотной про-блемы в хозяйстве электрификации.

И здесь хочется коснуться проблемы реализации рационализа-торских предложений, так сказать, доведения их до металла. Мне за-помнилась фраза, сказанная главным конструктором МЭЗа: «Если что-нибудь будет интересное, обязательно присылайте!» Было ли это только вежливостью или же, действительно, крупнейшему предпри-ятию, обслуживающему хозяйство электрификации, не хватает све-жих и смелых конструктивных решений. Как же так? Почему отсут-ствует реальный мост между огромным количеством подаваемых ежегодно предложений и производителями?

В мартовском номере журнала «Локомотив» за этот год была опу-бликована статья «Модернизировали заземляющие цепи». Начальник ре-монтно-ревизионного участка Белгородской дистанции электроснабже-ния Юго-Восточной дороги А.В. Перфильев рассказал, как собственны-ми силами новаторам удалось повысить надежность диодных заземли-телей, улучшить работу рельсовых цепей.
Автор предлагал распространить свой опыт на сети дорог, говорил, что дешевле и проще модернизировать ЗД-2 прямо на заводе-изгото-вителе. По его словам, материалы этого рацпредложения не раз отсы-лались в высшие инстанции, но все оставалось без изменений...

внедрено на других дистанциях? — спросил я его.

— Не знаю. Как полагается, оформляем информационные листки, и они отправляются на дороги. Как их используют — неизвестно.

Перфильев не одинок. Каждый год по планам рационализатор-ской работы каждая дистанция электроснабжения должна подать 43 предложения. На дорогах, раскинувшихся по просторам России, это более 150 предприятий. Вообразите, как полноводная река из добрых 6000 рацпредложений ежегодно куда-то течет. Не верится, что среди них не найдутся несколько десятков по-настоящему золотых крупно-нок, которые важны и нужны для всех электрификаторов!

Существует, кстати, и система, отбирающая самые ценные из них. Ежегодно на сети проводится конкурс под звонким названием «Идея». Опытная комиссия по нескольким номинациям выбирает призеров и победителей-рационализаторов, награждает лучших солидными де-нежными призами, дипломами. Возникает вопрос, куда же после тор-жественных подведений итогов конкурса рационализаторов «Идея» и вручения премиальных в 40, 20 и 10 тыс. руб. поступают самые цен-ные предложения? Получают ли они воплощение в конкретных делах, достигают ли конструкторских бюро?

Три года подряд был победителем этого конкурса еще один наш автор, начальник ДЭЛ Западно-Сибирской дороги В.А. Квацук. В «Ло-комотиве» № 11 за 2010 г. была опубликована его статья «Новая за-щита контактной сети», ставящая кардинальный вопрос о способах сохранения опор контактной сети при к.з. О другом своем предло-жении он только собирает написать. Оно направлено на повыше-ние надежности трансформаторов и используется уже не только на Западно-Сибирской дороге, но и на соседней Красноярской. Однако до сих пор Управление электрификации не оценило всей выгоды от использования этого предложения, не дало указаний на сеть дорог. Думаю, у каждого ищущего электрификатора найдется свое продол-жение этого списка...

Такое отношение к новаторам сильно напоминает советские вре-мена, когда многие предложения без объяснения причин просто от-футболивались за ненадобностью. Но теперь ситуация другая. Каж-дое предложение может стать актуальным, если учесть, что доля от-служивших свой срок устройств электроснабжения на контактной сети и тяговых подстанциях давно зашкалила за середину. Пока ищут день-ги на капитальную реконструкцию, нужно использовать «внутренние резервы». И где же их искать, если не у рационализаторов?!

Ю.Д. ЗАХАРЬЕВ,
спец корр. журнала

станции, позволяет дать четкие рекоменда-ции о возможном месте нахождения к.з.

Схема замещения станции Лиски была построена в масштабе путем нанесения на снимок станции из космоса двухниточного плана станции и трассировки. Двухниточный план необходим для учета канализации тяго-вого тока. А использование снимка станции из космоса позволило упростить построение схемы замещения станции в масштабе. Такое построение модели дало возможность макси-мально точно определить сопротивление пути протекания токов и в контактной сети, и в рельсовых нитях. В модели учтены взаимные влияния по всей станции, а также учтена воз-можность проведения коротких замыканий в любой точке, по каждому пути станции. В качестве контрольных точек для дальнейших ис-следований были выбраны 4, 5 и 9-й пути в северном парке станции (рис. 2).

Вторая модель создавалась аналогично первой, но без учета канализации тягового

тока, т.е. была однолинейной. При этом кон-тактную сеть и рельс заменили одним экви-валентным значением, т.е. проектируемый участок представлен как тяговая сеть.

Для проверки работоспособности и до-стоверности построенных моделей ученые вместе с персоналом провели натурные испытания на станции Лиски. Летом прош-лого года были проведены три искусствен-ных к.з. в контрольных точках Северного парка (опоры № 115, 116, 137). Чтобы при-близить опыт к реальным условиям, приме-нялся шлейф, благодаря которому к.з. про-исходило через дугу. Во время испытаний движение на станции не прекращалось, т.е. эксперимент был максимально приближен к реальным условиям эксплуатации.

Проведенный натуральный эксперимент на станции Лиски показал, что высокоточная модель электрической инфраструктуры стан-ции дает более достоверные результаты о параметрах аварийного режима. Это видно

из таблицы. Сравнение происходило по ин-дуктивной составляющей петли к.з.

Создание адекватной модели, отражаю-щей реальные процессы, происходящие на крупных станциях при к.з., является важным шагом к решению задачи диагностики и об-наружения поврежденной секции. Ведется дальнейшая работа над темой с целью со-здания диагностического комплекса. Нали-чие такого комплекса существенно облегчит работу диспетчера при к.з. на станции.

Д-р техн. наук **А.Л. БЫКАДОРОВ,**
профессор РГУПС,
канд. техн. наук **Т.А. ЗАРУЦКАЯ,**
доцент РГУПС,
О.В. КАМАРДИН,
начальник службы электрификации
и электроснабжения Юго-Восточной
дирекции инфраструктуры
инж. **А.А. ТРИЛЛЕР,**
«Росгеостройпроект»

ОПТИМИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕСС ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПРОВОДОВ

В связи с развитием высокоскоростного железнодорожного транспорта в последнее время стали уделять больше внимания анализу режимов движения электроподвижного состава и возникающих при этом динамических эффектов. Так, некоторые специалисты предлагают для оптимизации процесса токосъема изменить состав материала и увеличить натяжение контактного провода, существенно не затрагивая прочностных и электропроводных свойств материала.

По их мнению, увеличение натяжения контактного провода необходимо потому, что скорости движения подвижного состава, а стало быть, и скорости взаимодействия токоприемников с контактным проводом, становятся соизмеримыми со скоростью распространения волн в контактной подвеске. Это чревато возможностью возникновения неже-

лательных явлений, например, резонансных. Однако процесс токосъема зависит не только от состава, но и от геометрических параметров взаимодействующих элементов.

Согласно «Правилам устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог» контактная подвеска во взаимодействии с токоприемниками должна обеспечивать бесперебойный токосъем при движении поездов с установленными скоростями, весовыми нормами, размерами движения при расчетных климатических условиях района, в котором расположен электрифицированный участок, с оптимальным значением и зоной контактных проводов. Об одном из его возможных способов рассказывает наш автор — канд. техн. наук Ю.В. БОГДАНОВ, много лет проработавший в хозяйстве электроснабжения Горьковской дороги.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ

Изнашивание — процесс разрушения поверхностных слоев твердого тела при механическом воздействии на него другого тела или среды. Если воздействие проявляется в виде силы трения, то говорят об изнашивании при трении. При изнашивании акт разрушения локализуется в малом объеме материала, который удаляется из зоны трения в виде частиц износа. О величине износа обычно судят по уменьшению размера тела в направлении, перпендикулярном к поверхности трения (линейный износ). Типичная зависимость износа от времени показана на рис. 1.

Обычно специалисты различают три стадии процесса изнашивания:

► приработка — неравновесная стадия, доля которой в общем ресурсе времени мала. Она характеризуется значительной интенсивностью изнашивания dH/dL_{TP} (H — износ, L_{TP} — путь трения), которая по мере работы сопряжения падает;

► установившийся режим — самая продолжительная по времени стадия. Характеризуется постоянными значениями интенсивности изнашивания $dH/dL_{TP} = const$. Для нее отношение дифференциалов может быть заменено отношением конечных приращений;

► катастрофический износ — период, когда материал разрушается.

Износ происходит на тех участках поверхности, где реализуется силовое взаимодействие между трущимися телами, т.е. на фрикционных связях, которые в совокупности составляют фактическую площадь контакта двух тел. В стационарном процессе изнашивания указанная фактическая площадь постоянна в любой момент времени.

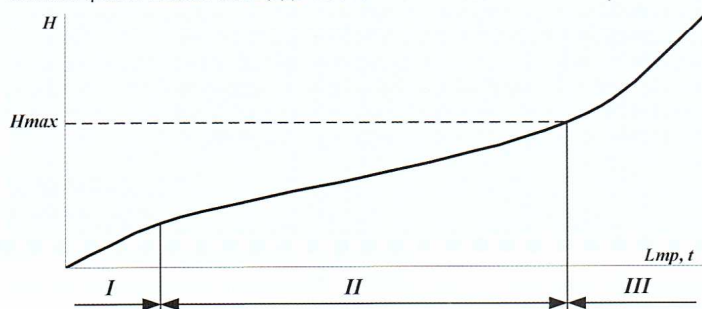


Рис. 1. Зависимость износа H от времени работы t : I — приработка; II — установившийся режим; III — катастрофический износ

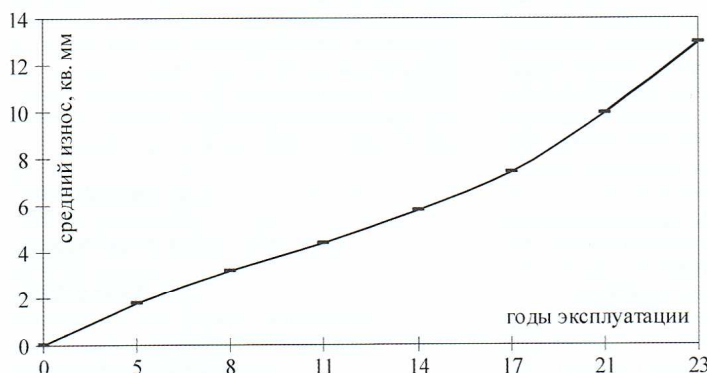


Рис. 2. График зависимости среднего износа контактного провода от времени эксплуатации

При сдвиге одного тела относительно другого на величину среднего диаметра пятна контакта существующие фрикционные связи нарушаются. Возникают новые связи в том же количестве при постоянной нагрузке. В любой точке поверхности, принадлежащей фрикционной связи, реализуется полный цикл нагружения. С этой точки зрения сдвиг на средний диаметр пятна контакта можно рассматривать как элементарный акт взаимодействия.

Большинство расчетных схем основано на предположении о том, что объем материала ΔV , удаленный с поверхности в виде частиц износа, пропорционален фактической площади контакта, т.е. dV приближенно равен A_p . Это допущение справедливо потому, что напряжения, действующие на пятна фактического контакта, практически одинаковы. Поэтому разрушение материала на них можно рассматривать как совокупность равновероятных независимых событий.

ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ТОКА ЧЕРЕЗ ФРИКЦИОННУЮ ПЛОЩАДКУ

Съем тока с контактного провода сопровождается изнашиванием как контактных пластин (или вставок токоприемника), так и самого провода. Износ провода зависит от его материала, величины снимаемого тока, качества токосъема (прежде всего с точки зрения искрения), состояния трущихся поверхностей и некоторых других причин. Изнашивание элементов скользящего контакта — сложный электро-механический процесс. В ряде случаев для удобства изучения износ разделяют на электрический и механический. Такая классификация весьма условна, поскольку электрические и механические явления в контакте взаимозависимы.

Электрический износ вызывается электрической эрозией металла под воздействием искровых и дуговых разрядов. Он зависит не только от плотности снимаемого тока, но и от состояния контактирующих поверхностей, так как наличие так называемых «жестких» точек, существующая вибрация провода, схватывание и задиры трущихся поверхностей нарушают стабильность контакта. Вследствие этого возрастает электрическая эрозия.

Механический износ является следствием не только воздействия абразивных, окислительных, усталостных и схватывающих процессов, зависящих не только от свойств материала контактного провода и токосъемных пластин, но и от состояния поверхностей. В свою очередь, электрическая эрозия вызывает повреждение контактирующих поверхностей и тем самым приводит к возрастанию механического износа.

Изнашивание проводов от разных факторов проанализировано в публикациях широко известных ученых К.Г. Марквардта, И.И. Власова, А.В. Чичинадзе, К.П. Ромадина, А.М. Маханько и др., но единое представление о его закономерностях пока не сложилось. Исследования привели авторов к выводу, что основным фактором, определяющим износ материалов, является температура в контакте. Хотя условия лабораторных исследований не всегда совпадают с условиями токосъема в эксплуатации, но и они дают представление о характере основных зависимостей.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА НА АНКЕРНОМ УЧАСТКЕ

Состояние рабочей поверхности и износ контактного провода, определяющие качество токосъема, оценивают в соответствии с требованиями «Правил устройства и технической эксплуатации электри-

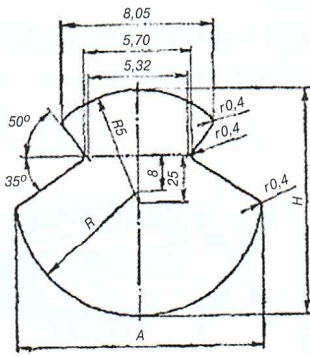


Рис. 3. Профиль фасонных контактных проводов марок МФ, НЛФ

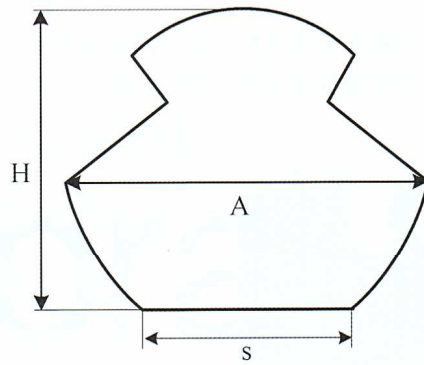


Рис. 4. Образование «контактной» дорожки

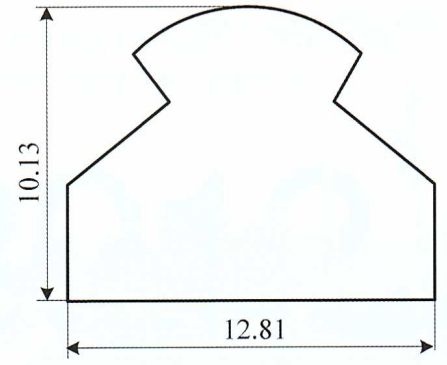


Рис. 5. Один из вариантов представления формы профиля контактного провода с плоской поверхностью взаимодействия

фицированных железных дорог». Рассмотрим зависимость среднего износа контактного провода от времени эксплуатации контактной подвески на одном из анкерных участков Горьковской дороги (см. таблицу). На рис. 2 приведен график зависимости износа от времени эксплуатации (пути трения).

Из графика видно, что характеристика носит нелинейный характер, особенно на начальном участке, что согласуется с приведенными выше рассуждениями. Кроме того, повышенный износ обусловлен также и формой взаимодействующих поверхностей. Это становится понятным, если рассмотреть профиль контактного провода (рис. 3).

Как видно, рабочая поверхность неизношенного провода имеет форму кругового цилиндра. Область соприкосновения с токоприемником мала. Теоретически площадь контакта должна быть равна нулю. Отсюда следует вывод, что давление токоприемника на контактный провод равно бесконечности. В реальности фактическая площадь контакта не равна нулю, а имеет конечную, хотя и малую, величину. Это влечет за собой значительное повышение давления в месте контакта при постоянной силе нажатия токоприемника. В свою очередь, оно приводит к повышенному изнашиванию контактного провода на начальной стадии — приработке. Поэтому на эксплуатирующемся контактном проводе износ быстро приводит к появлению контактной «дорожки» s (рис. 4). Как следствие, увеличивается площадь контакта, снижается давление.

Таким образом, повышенный износ на этапе приработки контактного провода заложен конструктивно, т.е. формой сечения контактного провода. Чтобы избежать этого эффекта, необходимо изменить форму одного из элементов фрикционной пары — контактного провода и выполнить рабочую поверхность, взаимодействующую с плоскими вставками токоприемника, не в виде кругового цилиндра, а плоской.

Зависимость среднего износа контактного провода от времени эксплуатации контактной подвески

Время, лет	5	8	11	14	17	21	23
Средний износ, мм ²	1,8	3,16	4,37	5,76	7,38	9,89	12,95

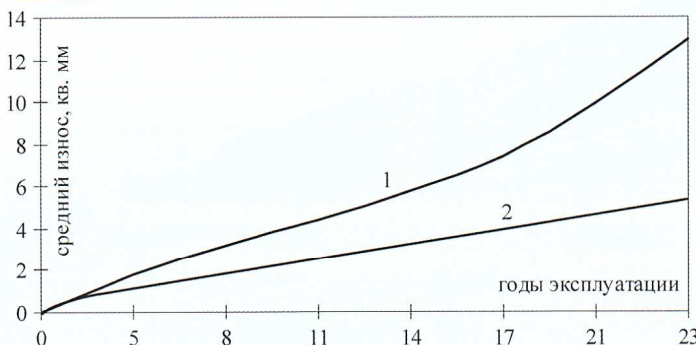


Рис. 6. Кривая интенсивности изнашивания контактного провода: 1 — наблюдавшаяся; 2 — гипотетическая

Возможны различные варианты подобного профиля. Если, например, не менять вид и размеры верхней части профиля провода МФ-100 (относительно линии A на рис. 4), нижнюю часть выполнить не в виде кругового сегмента, а в виде прямоугольного параллелограмма, то при той же величине площади сечения 100 мм^2 , а, значит, и том же напряжении, равном отношению натяжения контактного провода K к площади поперечного сечения S , получим фигуру, представленную на рис. 5.

Очевидно, что при таком исполнении контактного провода существенно уменьшается время его приработки. В результате снижается также износ на первом этапе. Кроме того, учитывая, что площадь взаимодействия контактного провода с плоской поверхностью намного больше области контакта в случае провода в форме кругового цилиндра, а давление меньше при той же силе нажатия токоприемника, кривая интенсивности износа пойдет значительно ниже (кривая 2 на рис. 6). Как видно из графика, износ на кривой 2 существенно меньше, чем на кривой 1, а, стало быть, значительно увеличивается срок службы контактного провода.

Все сказанное особенно актуально в связи с развитием высокоскоростного железнодорожного транспорта. Главная из них — высокая скорость скольжения токоприемника по контактному проводу.

Интенсивность изнашивания контактного провода, кроме электромеханических условий, определяется свойствами и составом токосъемных вставок, динамическими параметрами контактной подвески и токоприемников, свойствами самих контактных проводов и другими параметрами устройств токосъема. По имеющимся сведениям, систематические исследования влияния скорости скольжения токосъемных вставок на интенсивность изнашивания не проводились.

Ситуация усугубляется еще тем, что увеличение скорости движения возможно лишь при возрастании величины снимаемого тока. В публикациях академика А.В. Котельникова, в частности, сообщается, что ток, передаваемый через скользящий контакт триботехнической пары «токоприемник — контактный провод высокоскоростного железнодорожного транспорта», на участках постоянного тока составляет 4 кА, переменного — 1 кА.

Увеличение площади сопряжения «контактный провод — токоприемник» приведет к снижению плотности электрического тока, проходящего через скользящий контакт, и температуры в зоне взаимодействия. В свою очередь, это повлечет снижение электроэрозионного, а, значит, и механического износа, поскольку два процесса взаимосвязаны. Таким образом, для снижения износа контактного провода необходимо изменить форму его сечения и увеличить фактическую площадь контакта взаимодействующих поверхностей.

Конечно, изменение профиля контактного провода, кроме технологических проблем, возможно, потребует разработать другие поддерживающие устройства, исключающие возможность «проворачивания» контактного провода относительно продольной оси, что характерно для кривых участков пути малого радиуса. Но это задачи иного уровня.

Читайте в ближайших номерах:

- ⇒ Реформа железных дорог в СНГ
- ⇒ Интеллектуальный транспорт: новые перспективы
- ⇒ Схема пневматического тормозного оборудования на электровозе ЭП2К
- ⇒ Система САРТ тепловоза ТЭМ18Д
- ⇒ От простого — к сложному: работа крана машиниста № 394 (395)
- ⇒ Диагностика электрической схемы тепловоза 2ТЭ116У(УМ)
- ⇒ Микропроцессорная система управления и диагностики на электровозе 2ЭС6
- ⇒ Устройство и работа блока индикации электровоза ЭП2К



На торжества, открывшие новый сезон, прибыли многочисленные гости, юные участники будущего перевозочного процесса, преподаватели и те, чьими руками была выполнена гигантская работа — строители, связисты, путейцы. Главный инженер Забайкальской дороги А.Н. Большаков, руководивший ремонтом, тепло поздравил всех с началом нового сезона, поблагодарил рабочих и руководителей, принимавших участие в капитальном ремонте дороги и всей инфраструктуры

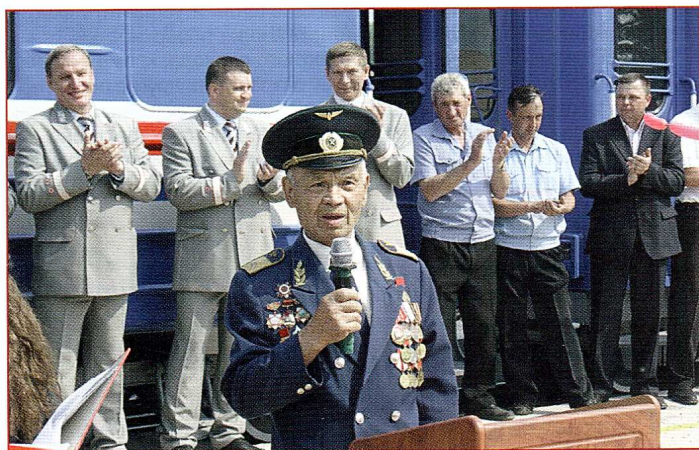
Детская дорога в Свободном была открыта 4 августа 1940 г. Она пролегла между городом Свободный и поселком Бардагон и стала самой длинной детской дорогой в стране. Общая протяженность ее составляла 11,6 км, а длина эксплуатируемого участка — 10,5 км. На нем расположены две станции — Юность и Пионерская и два остановочных пункта — Дальневосточная и Подгорная.

Дорога не останавливалась даже в годы войны: она использовалась для вывоза леса к станции. Конечно, за эти семь с лишним десятилетий она частично ремонтировалась, но все устройства и оборудование оставались старыми: до прошлого года на деревянных шпалах лежали рельсы Р2 и Р3, стрелки переводились вручную.

После решения о модернизации, принятом руководством ОАО «РЖД», за полтора месяца этого года силами многих подрядных организаций был выполнен огромный объем работ. Ударно потрудились путейцы Белогорской, Бурейской, Шимановской и других дистанций, работники Свободненской дистанции искусственных сооружений. Заново сформировано земляное полотно, отсыпана балластная призма, уложена рельсошпальная решетка на железобетонном основании с рельсами Р65 и Р50, с колеей 750 мм. Всего заменено 7,6 км пути.

При этом использованы шпалы трех типов (Вяземского, Горновского, Челябинского заводов), собрано и уложено шесть комплектов стрелочных переводов на железобетонном основании проекта 2941. Два моста с ездой по верху отремонтированы капитально с полной заменой мостового бруса, ремонтом устоев, отделкой конусов и устройством новых перильных ограждений. Были переустроены 10 водопропускных лотков.

Управление стрелками и сигналами, поездной, диспетчерской и межстанционной связью на станциях Юность и Пионерская оборудовано микропроцессорной централизацией. На остановочных пунктах Дальневосточная и Подгорная установлены выходные светофо-



Выступает ветеран Свободненской детской М.В. Павлинов. Он строил дорогу в 40-м, воевал, готовил молодых железнодорожников



ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ ДЕТСКОЙ ДОРОГИ В СВОБОДНОМ

По традиции в первый день лета начинают свою работу детские дороги. После длинного учебно-подготовительного периода юные железнодорожники приступают к практическим занятиям.

Для Свободненской детской на Забайкальской дороге нынешнее открытие нового сезона равносильно второму рождению. Ее начальник В.П. КОЛЕСНИКОВ рассказывает о грандиозных переменах, происшедших за несколько месяцев этого года.

ры со светодиодными головками. Пункты оснащены диспетчерской и межстанционной связью. Все перегоны оборудованы однопутной полуавтоблокировкой, устройством для счета осей фирмы «Сименс».

Кроме того, на станциях и остановочных пунктах установлена межстанционная связь GSM ROPS, она осуществляется с помощью стационарных сотовых телефонов. Асфальтированы привокзальная площадь, перрон, вся территория станции Юность.

Для повышения надежности электроснабжения выполнен капитальный ремонт ВЛ 10 кВ, заменено и усилено освещение четырех поездов. На станции Юность и в учебном центре освещение выполнено на светодиодных светильниках. Построена новая трансформаторная подстанция. Отопление станции Юность переведено с котельного на электрическое.

Подвижной состав нашей дороги укомплектован тремя тепловозами — два ТУ2 (1958 г. выпуска) и один ТУ7 (1990 г.), восемью пассажирскими вагонами (3 построены в 2011 г. и 5 — в 1990 г.). Четыре платформы и один крытый вагон служат для хозяйственных нужд.

Работники Белогорской дистанции гражданских сооружений, на балансе которой находятся наши здания и сооружения, выполнили капитальный ремонт учебного центра на станции Свободный. Они заменили кровлю, отделали фасад сайдингом по всему периметру, окна заменили на металло-пластиковые, благоустроили территорию.

В учебном центре оборудованы шесть классов для изучения железнодорожных профессий. Пришлось сделать перепланировку помещений, заменить двери, керамической плиткой застелить полы и облицевать стены служебных помещений. Новая мебель — компьютерные столы, ученические парты, плательные и книжные шкафы — преобразили вид учебных классов и создали современные условия для учебы.

В кружках «Юный железнодорожник» сегодня обучаются около 500 детей города Свободного и столько же с линейных станций — Бурей, Завитой, Белогорска, Шимановска, Магдагачи, Сквородино, Ерофей Павлович и других. Будущих железнодорожников готовят четыре инструктора в Свободном и по одному в Белогорске и близлежащих линейных станциях. Есть у нас инструктор и в кружке, изучающем автодело. Занятия на дальних линейных станциях организовано сотрудниками линейных предприятий в свободное от работы время.

Намного укрепилась материальная база учебного центра: мы получили 12 компьютеров для учебного тренажера ДСП, пять компьютеров для учебных классов, три видеопроектора, три ноутбука, два плазменных телевизора. Все это послужит более качественному обучению воспитанников. А 100 сигнальных жилетов и 150 комплектов новенькой форменной одежды корпоративного стиля с галстуками для мальчиков и шарфиками для девочек преобразили внешний облик работающих на дороге.

В этом сезоне предстоит выполнить сложные задачи. Каждый летний день по детской дороге совершаются четыре рейса между Свободным и поселком Бардагон. Многие пассажиры пользуются нашими услугами не только для развлечения. В окрестностях Бардагона в замечательных сосновых лесах расположены три оздоровительных лагеря, два муниципальных и «Сосновый бор», наш ведомственный. В них проводят лето сотни детей, которых постоянно навещают родители. Ответственность за обслуживание этого направления очень высокая. Кстати, стоимость проезда на дороге очень умеренна — взрослый билет стоит 34 руб., для детей от трех до семи лет — 17 руб.

Наша детская дорога пользуется большой популярностью в регионе. Этот сезон должен послужить сильным дополнительным толчком в ее развитии и совершенствовании. Мы постараемся оправдать возложенные надежды.

Как прошло открытие, можно увидеть на 4-й с. обложки.

VI Международная выставка современной продукции, новых технологий и услуг железнодорожного транспорта

exporail 2012

7 – 9 ноября

ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР", Москва

При поддержке



ВСЕ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:

- Подвижной состав и комплектующие
- Технологии проектирования и строительства
- Железнодорожные пути и объекты инфраструктуры, станции и вокзалы
- Электрификация и электроснабжение дорог
- Обеспечение перевозок, оплата проезда и информационные системы
- Диспетчерская централизация и управление движением поездов
- Системы безопасности и сигнальное оборудование
- Лизинг, страхование, консалтинг

В деловой программе выставки состоится Дискуссионный клуб
"Инновационное машиностроение в России: достижения,
проблемы и перспективы"

www.exporail.ru



exporail.ru

Организатор:

РЕСТЭКБРУКС

Россия, 197110, Санкт-Петербург,
Петрозаводская ул., 12
Тел.: (812) 320-80-94, 303-88-62
Факс: (812) 320-80-90
E-mail: exporail@restec.ru

Генеральный
информационный партнер:



ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ ДЕТСКОЙ ДОРОГИ В СВОБОДНОМ



Состав готов принять первых пассажиров



Праздник начался на широкой привокзальной площади станции Юность

Самая длинная на сети Свободненская детская дорога открыла новый сезон основательно обновленной. В кратчайшие сроки путейцы, связисты, энергетики и другие работники Забайкальской дороги выполнили большой объем работ.

На станции Юность состоялся праздник с поздравлениями, благодарственными и торжественными речами, награждениями отличившихся, выступлениями самодеятельных артистов. После традиционного подъема флага первый состав с пассажирами отправился в 10-километровый рейс до станции Пионерской, где праздник продолжился.

Впереди юных железнодорожников ждет большая интересная работа, в ходе летней практики они закрепят знания, полученные в учебных классах.

О том, как восстанавливали детскую дорогу в Свободном, читайте на с. 48.



Выступает главный инженер Забайкальской дороги А.Н. Большаков



Прозвучала команда: флаг летнего сезона поднять!



Мальчишкам нравится новенькая форма



Учебный центр детской дороги после ремонта преобразился снаружи и внутри



Выступает ансамбль танцоров



И самым маленьким в этот день нашлось место в вагонах поезда